تلوث اللبن ومنتجاته

مصادره ومخاطره

تأليف

الأستاذ الدكتور / عبد الجواد إمام أبوداود



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية





المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
الحاصلة على شهادة الجودة
ISO 9002
Certificate No.: 82210
03/05/2001

تلوث اللبن ومنتجاته

مصادره ومخاطره

تلوث اللبن ومنتجاته

مصادره ومخاطره

تأليف

أ.د. عبد الجواد إمام أبو داود

الأستاذ الغير متفرغ بقسم علوم وتكنولوجيا الألبان

كلية الزراعة جامعة القاهرة



الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠١٣

بطاقة فهرسة الكتاب:

أبو داود، عبد الجواد إمام.
تلوث اللبن ومنتجاته: مصادره ومخاطره / تأليف عبد الجواد إمام أبو داود. - ط١. - الجيزة: المكتبة الأكاديمية، ٢٠١٣.
٥٦٠ ص ؛ ٢٤ سم.
تدمك: ٦ - ٤٨٨ - ٢٨١ - ٩٧٧ - ٩٧٨
١ - اللبن - تلوث.
٢ - متجات الألبان - رقابة
أ- العنوان ٦١٤.٧

رقم الإيداع: ١٤٠٣٩/ ٢٠١٢

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠١٣م - ١٤٣٤هـ

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية
رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة
القاهرة - جمهورية مصر العربية
تليفون : ٣٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)
فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

إهداء

إلى روح أبى وأمى الطاهرة

إلى زوجتى الغالية

إلى أبنائى الأعزاء

إلى أحفادى . . . . . .

ليلى

محمود

مصطفى

قائمة المحتويات

رقم الصفحة

الجزء الأول

الملوثات : مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوي

الجزء الثانى

التلوث الحيوي للبن ومنتجاته

رقم الصفحة

الجزء الثالث

التلوث غير الحيوى للبن ومنتجاته

رقم الصفحة

الجزء الرابع

مواد ضارة متنوعة

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين

سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين

أتقدم بالحمد والشكر للمولى عز وجل الذى وفقنى إلى إنجاز هذا العمل وبعد،،،

فيسعدنى أن أتقدم بالشكر والتقدير إلى كل من ساهم معى فى إنجاز هذا الكتاب وإخراجه إلى النور، وأخص بالذكر الأستاذة الدكتورة / فوزية حسن رجب عبد ربه الأستاذ المتفرغ بقسم علوم وتكنولوجيا الألبان كلية الزراعة جامعة القاهرة، والدكتورة / شيرين عبد الجواد الأستاذ المساعد بنفس القسم على ما بذلوه من جهد فى متابعة كتابة وترتيب فصول وجداول هذا الكتاب ومراجعته. فلولا تشجيعهما وجهدهما وعملهما الدءوب ما ظهر هذا العمل إلى النور بالصورة اللائقة.

كما أشكر السيدة / نادية أحمد إسماعيل الموظفة بنفس القسم لصبرها معى فى الكتابة والمراجعة فلهن جميعاً أعظم الشكر.

ولا أنسى أن أنتهز هذه الفرصة لأعبر عن مدى شكرى وتقديرى لجميع أساتذتى الذين أناروا لى طريق العلم فى مراحل تعليمى المختلفة رحم الله من رحل منهم.

والله ولى التوفيق

المؤلف

أ.د. عبد الجواد إمام أبو داود

مقدمة

يمثل التلوث بكل صوره وأشكاله (هواء - تربة - ماء - سمعى - بصرى - غذائى ....) أكبر التحديات للإنسان فى الوقت الحالى. ويعتبر موضوع التلوث الغذائى وأثره الضار على الإنسان والحيوان، من الموضوعات الهامة التى تشغل اهتمامات العالم. فبدلاً من أن يكون الغذاء مصدرًا للطاقة والنمو وتجديد الخلايا؛ قد يصبح نتيجة تلوثه سبباً فى الإصابة بالعديد من الأمراض.

واللبن أحد مجموعات الغذاء الأساسية (الحبوب - الخضر والفاكهة - اللحوم - اللبن - الدهون والسكريات) غذاء مفيد لجميع الأعمار، ومصدر وحيد للتغذية خلال الفترة الأولى من حياة الإنسان؛ إلا أنه قد يكون لبعض مكوناته متاعب صحية لبعض الأفراد، كهؤلاء الذين يعانون من حساسية بعض هذه المكونات (اللاكتوز - البروتين). كما قد تنشأ عن بعض العمليات التكنولوجية التى يتعرض لها اللبن ومنتجاته كالمعاملات الحرارية والتخزين مواد تضر بالصحة أحياناً كالدهون المؤكسدة والأمينات الحيوية. ويضاف أحياناً للبن ومنتجاته بطريق القصد بعض المواد كالمواد الحافظة والملونات ومكسبات الطعم والرائحة والمواد المالئة ومواد الاستحلاب ومضادات الأكسدة بقصد زيادة القدرة على الحفظ وتحسين الخواص الطبيعية له ولمنتجاته. وتعتبر هذه المواد ملوثات للبن ومنتجاته إذا كان من المحظور استخدامها، أو استخدمت بنسب أعلى من المصرح بها، أو بقصد إخفاء بعض مظاهر التلف والفساد بها؛ وفى جميع هذه الحالات يعتبر التلوث المقصود نوعاً من الغش.

وقد يتعرض اللبن لنوع أخر من التلوث يعرف بالتلوث غير المقصود أو التلوث العرضى، وهو التلوث الذى يصعب تجنبه ويحدث أثناء مراحل الإنتاج والتصنيع والتخزين والتسويق والتداول، مما يؤثر على سلامة اللبن ومنتجاته، وتلوث اللبن قد يكون حيوياً (ميكروبات) أو غير حيوى. ويحدث هذا التلوث من مصادر متعددة كالماء والهواء والتربة والعليقة والحيوان والحشرات .... الخ.

وسوف نتناول موضوع مخاطر ملوثات اللبن ومنتجاته فى هذا الكتاب فى أربعة أجزاء.

الجزء الأول: الملوثات: مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوى للإنسان

الجزء الثانى: الملوثات الحيوية للبن ومنتجاته:

أ . ملوثات حيوية مسببه للأمراض.

ب. ملوثات حيوية مسببه لفساد اللبن ومنتجاته.

الجزء الثالث: الملوثات الغير حيوية للبن ومنتجاته:

أ . التلوث بالمعادن الثقيلة والسامة.

ب. التلوث بالمبيدات الحشرية.

ج. التلوث بالإشعاع.

د. التلوث ببقايا المنظفات والمطهرات.

هـ. التلوث ببقايا مواد التعبئة والتغليف.

الجزء الرابع: مواد ضارة متنوعة:

أ- مواد توجد طبيعياً باللبن: مثل اللاكتوز والبروتين وتسبب متاعب صحية لبعض الأفراد (حساسية).

ب- مواد تتكون نتيجة بعض العمليات التصنيعية.

ج- مواد مضافة لإطالة مدة الحفظ أو تحسين الخواص.

الجزء الأول

الملوثات: مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوى

الفصل الأول

التعريفات

الملوث: Contaminant

أى عامل بيولوجى أو كيميائى أو إشعاعى أو مواد غريبة أو أى مواد أخرى لـــم يتعمد إضافتها للغذاء فتؤثر على سلامة الغذاء أو ملائمته للاستهلاك.

تلوث الغذاء: Food Contamination

هو وصول أى من الملوثات السابق ذكرها إلى الغذاء أو البيئة المحيطة بالغذاء.

الغذاء الأمن: Safe Food

هو الغذاء الخالى من الملوثات والمخاطر، والذى لا يـــسبب أذى أو ضـــررًا أو مرضًا للإنسان على المستوى البعيد أو القريب؛ وذلك بناء على تحاليل معملية وتجارب على الحيوانات أو بناء على استخدامات طويلة له.

سلامة الغذاء: Food Safety

هى جميع الإجراءات اللازمة لإنتاج غذاء صحى غير ضار بصحة الإنسان.

ملائمة الغذاء: Food Suitability

ضمان قبول الغذاء للاستهلاك الأدمى طبقاً للغرض المحدد من استخدامه.

فساد الغذاء : Food Spoilage

هو أى تغير يحدث فى الغذاء، ويؤثر على خواصه، بسبب نـــشاط ميكروبـــى أو كيميائى أو ميكانيكى ضار، مما يؤدى إلى رفضه من قبل المستهلك، أو إيقافه من قبل الجهات الرقابية لعدم مطابقته للمواصفات الخاصة بشروط جــودة وســلامة وصـــحة الغذاء.

التسمم الغذائى: Food Poisoning

هو الحالة المرضية التى تحدث نتيجة تناول غذاء إما لكونه ملوثـــاً بالميكروبـــات المرضية أو نواتجها السامة أو نتيجة تناول ملوثات كيميائية.

ميكروب مرض: Pathogenic Microbe

وصف للدلالة على قدرة ميكروب على إحداث مرض للإنسان.

مخاطر : Risks

هى احتمال حدوث تأثير ضار ومدى شدة هذا التأثير الضار المحتمل على صحة الإنسان نتيجة تناول غذاء معين.

الفصل الثانى

مصادر ملوثات الغذاء

مقدمه

ملوثات الغذاء هى مواد تصل إلى الغذاء من مصادر طبيعية كالهواء والماء والتربة بجانب التلوث الناتج من الإنسان والحيوان، وإستخدام النفايات الحيوانية وبعض المضافات الغذائية.

وسوف نتناول هنا أهم المصادر الطبيعية (الهواء والماء والتربه).

أ - الهواء

يحتوى الهواء عديداً من الملوثات لها تأثير ضار بالصحة، ومصادر هذه الملوثات إما أن يكون طبيعياً لا دخل للإنسان فيه، ويتمثل ذلك فى نواتج بعض الظواهر الطبيعية الكونيه كالبراكين والمذنبات وحرائق الغابات. وقد يكون المصدر غير طبيعى، أى من صنع الإنسان مثل مخلفات المصانع (كيماوية - بترولية - أسمنت - حديد وصلب)، وعوادم السيارات، ونواتج إحتراق مخلفات المنازل والحقول والملوثات الناتجة من رش المبيدات بالطائرات والملوثات الناتجة عن التفجيرات النووية والحروب الكيماوية والبيولوجية.

وتعد ملوثات الهواء أكثر أشكال التلوث البيئى انتشاراً نظراً لسهولة انتقالها من مكان لآخر فى فترة زمنية قصيرة، وهى إما أن تكون على صورة أكاسيد غازية مثل الأكاسيد الكربونية والكبريتية والنيتروجنية. ولهذه الغازات آثار صحية سيئة نتيجة

تنفس الإنسان لها، إذ تؤدى إلى أمراض القلب وانتفاخ الرئه emphysema، وحدوث اضطرابات فى كرات الدم البيضاء، وما يتبعه من أمراض خبيثه. كما ثبت أن عمليات حرق المخلفات الصناعية والوقود ينتج عنها بعض الهيدروكربونات الحلقية العطرية (بنزوبيرين) تسبب أنواعا مختلفة من السرطان، وتزداد المشكلة مع وجود نفايات بلاستيكية تحتوى مادة البولى كلوريد الفينيل، حيث ينتج عن حرقها غاز كلوريد الأيدروجين السام. كما يحمل الهواء عناصر ثقيلة كالرصاص والزئبق والزرنيخ والكادميوم ....ألخ الناتجة من عوادم السيارات والمبيدات وحرق القمامه الصلبة. كما يحمل الهواء الغبار الذرى الناتج من التفجيرات النووية. وتسقط كل هذه الملوثات على التربة والماء وتنتقل عبر سلسلة الغذاء إلى النبات والحيوان والطيور والإنسان. ومن ملوثات الهواء ملوثات ميكروبية مصدرها تحلل الحيوانات والنباتات، وكذلك تلك الناتجة عن الحروب البيولوجية كالميكروبات المسئولة عن الجمرة الخبيثة، والطاعون والحمى القلاعية والتيفوس والكوليرا .... ألخ.

ب - المجارى المائية

التلوث الحادث للمجارى المائية (بحار - أنهار - محيطات - أبار ...) إما أن يكون:-

١- تلوث طبيعى يغير من خواص الماء الطبيعية (لون - طعم - رائحة) كالطمى مثلاً.

٢- تلوث كيميائى: وهو من اخطر أنواع التلوث فالمواد الكيميائية التى تلوث الماء إما أن تكون قابلة للذوبان والتحلل وهى أقل ضرراً، وإما أن تكون قابلة للتراكم والتجمع فى أجسام الكائنات الحية وهى الأشد خطراً.

٣- تلوث بيولوجى: ويعنى وجود ميكروبات وطفيليات مسببه للأمراض.

٤- تلوث حرارى: وينتج عن استعمال بعض المصانع للماء فى عملية التبريد كما هو الحال فى محطات توليد الكهرباء والمفاعلات النووية ومصانع الحديد والصلب، حيث تقوم هذه المصانع بصرف المياه الساخنة فى المسطحات المائية (برك - بحيرات - أنهار) مما يؤدى لارتفاع درجة حرارة مياهها، وتعرض الأحياء المائية بها للخطر، كما يعمل التلوث الحرارى للمياه على أكسدة بعض

المكونات المعدنية التى تلقيها بعض هذه المصانع، مما ينتج عنه بعض الأكاسيد السامة.

ومن أهم مصادر تلوث المياه

١ - المخلفات الصناعية

وتضم هذه المخلفات كثيراً من المواد العضوية (زيوت وشحوم) ومواد سامة ومعادن ثقيلة، ومواد مشعة (مفاعلات الوقود الذرى، التجارب العلميه، الاستخدامات الطبية) ويكمن خطر هذه المخلفات فى قدرة الكائنات البحرية على تركيزها فى خلاياها رغم أن تركيزها فى البحار قد لايكون مرتفعاً بدرجة تشكل خطراً كبيراً ولكن بتناول الإنسان لهذه الكائنات فإن مابها من مخلفات سامة تنتقل إلى جسم الإنسان وهذا ما قد يفسر زيادة انتشار بعض الأمراض الخبيثة بالعالم.

ويعتبر تلوث البيئة المائية بالمواد المشعة موضوعاً معقداً، فالنشاط الإشعاعى ينتج عنه كثير من المتاعب، فالنظائر المشعة لا تسبب فقط تأثيراً مباشراً سريعاً على الكائنات الحية بل الأهم من ذلك قد تسبب تغيرات وراثية (طفرات سيئة) يكون لها أثر ضار على الأجيال التالية.

وكمية هذه المخلفات الصناعية فى المياه تختلف فى الدول المختلفة باختلاف درجة نشاطها الصناعى. فمثلاً تلقى الصناعات الأمريكية حوالى ٥٠٠ طن من الزئبق سنوياً بالمسطحات المائية، وتلقى الصناعات الفرنسية حوالى ٥٠ طن زئبق، و٢٥٠ ألف طن رصاص، وهو لا يقل سمية عن الزئبق، ويقدر ما يقذف فى البحار والمحيطات من الكادميوم سنوياً بحوالى ألف طن. والجميع يعلم دور هذا العنصر فى هشاشة العظام وفقر الدم. وله تأثير على الأطفال المولودين من سيدات تناولت غذاء ملوثاً به؛ إذ يسبب فشلاً كلوياً وتشوهاً فى هيكل الأطفال العظمى، كما حدث فى إحدى مقاطعات اليابان، حيث تسبب أحد المناجم فى زيادة نسبة الكادميوم فى التربة والتى تستخدم فى زراعة الأرز، وكان الأرز المزروع يروى بمياه نهر تصرف فيه مخلفات هذا المنجم، ويستخدم السكان هذا النهر فى نفس الوقت مصدراً لمياه الشرب، وقد حدث نتيجة لذلك أن أنجتب أكثر من ٢٠٠

سيدة أطفالاً مصابين بالفشل الكلوى وتشوه الهيكل العظمى، وتبين أن الأرز الذى تناولته هؤلاء السيدات يحتوى عشرة أضعاف الكمية المسموح بها من الكادميوم، كذلك الحال فى مياه الشرب.

٢- المخلفات (الملوثات) الناتجة عن الصرف الصحى

فرغم أن البحار تعتبر مركزاً طبيعياً لتصريف فضلات الإنسان حيث أن لها القدرة على التنقية الذاتية والتخلص من هذه الفضلات؛ إلا أنه نتيجة زيادة الفضلات من المدن الواقعة على السواحل وزيادة سكانها، جعلت هذه الفضلات تحمل الكثير من الملوثات الكيماوية كالصابون والمنظفات الصناعية ومخلفات آدمية غير معالجة، والأخيرة تحتوى كل مسببات نقل الأمراض إلى الإنسان (بكتريا - فيرس - طفيليات) عن طريق الفم والجلد والجروح عند الاستحمام فى هذه المياه أو تناول أسماكها، فهناك الكثير من الأمراض التى تصيب الإنسان جراء تلوث المسطحات المائية بمياه المجارى على سبيل المثال: بكتريا السلمونيللا *Salmonella* والتى تتسبب فى بعض أمراض الحمى والنزلات المعوية؛ وبكتريا الشيجللا *Shigella* التى تتسبب فى أمراض الجفاف والقئ خاصة عند الأطفال؛ وبكتريا *Vibrio* التى تتسبب فى مرض الكوليرا.

٣- الملوثات الناتجة عن البترول ومخلفاته:

وهى من الملوثات الآخذة فى الزيادة عاماً بعد عام، وهى تتسرب إلى المسطحات المائية إما بطريقة لا إرادية (غير متعمد) كما هو الحال فى انفجار آبار النفط البحرية، أو بطريقة متعمدة كما حدث فى حرب الخليج والحرب العراقية الإيرانية. كما تتعمد بعض ناقلات البترول إلقاء المياه المستخدمة فى غسيل خزاناتها فى أعالى البحار، أو مقابل سواحل بعض الدول التى ليست لها تشريعات قانونية لحماية بيئتها البحرية ومياهها الإقليمية، وتلوث المياه بالبترول يشكل خطورة كبيرة على الأحياء المائية إذ يحتوى البترول الخام على مركبات سامه لهذه الأحياء، منها الهيدروكربونات العطرية والتى لها القدرة على النفاذ من جدر الأمعاء والتجمع فى الأجزاء الدهنية Lipid pool وهى لا تنحل بسرعة وتنتقل منها إلى الإنسان مسببة الأمراض.

وتختلف خطورة هذه المخلفات باختلاف أماكن تصريفها سواء فى المياه العذبه أو المياه المالحه، إذ يكون لها تأثير بالغ إذا ما صرفت فى المياه العذبة؛ حيث تكون مواداً سامه عديمة الرائحة تشكل خطراً جسيماً للإنسان إذا استعمل هذا الماء كمصدر للشرب. وتظهر خطورة التلوث النفطى للمياه المالحة على الدول التى تعتمد على تحلية مياه البحر كما هو الحال فى دول الخليج، إذ تؤدى عملية تحليه المياه بطريقة التقطير إلى تبخر بعض المركبات البترولية المتطايرة وتكثفها مع بخار الماء، كما أن بعض المواد فى النفط قد تذوب فى الماء، وبعد التحلية تتفاعل مع الكلور المستخدم فى تعقيم هذه المياه وينتج عن هذا التفاعل مواد عضوية تحدث العديد من الأمراض.

ونظراً للأخطار الجسيمة الناجمة عن تلوث المياه بالبترول فقد وضعت عدة اتفاقيات دولية وقوانين تحد من تلوث المياه الناشئ عن ناقلات البترول، إلا أن معظم هذه القوانين فى كثير من الدول خاصة النامية منها تفتقر إلى الطرق العلمية التى تثبت مدى مسئولية الناقلات عن بقع الزيت هذه. إلا أنه فى الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة وأوروبا أمكن استخدام تقنية الفلورة بالليزر كطريقه للتعرف عن مسئولية السفينه (معينة) عن بقعة زيت معينه، والفكرة فى ذلك أن أشعة الليزر تصطدم بالنفط الذى يمتص الأشعة فيتفلور، كما تتفلور كافة الأجسام ولكن بأشكال مختلفة بحيث يمكن التفرقة بين النفط والطحالب والأجسام الأخرى الطافية، وقد أمكن تحديد شكل فلورة ٤٢ نوعاً من الزيوت منها ٢٢ نوعاً من الزيت الخام، ١٠ أنواع من زيت الوقود، ١٠ أنواع من زيوت التشحيم. وعليه يمكن بمقارنة شكل فلورة عينة من الزيت فى البحر بشكل فلورة عينة من الزيت بالسفينة، وبمعرفة خط سير السفينة يمكن إثبات مسئولية السفينة المتسببة فى إلقاء الزيت.

جـ - التربه

لقد أدى تدخل الإنسان فى النواميس الكونية، ومحاولته المستمرة لإفساد النظم البيئية بقصد زيادة إنتاجية الأرض ومقاومة الآفات أدى هذا كله إلى تلوث البيئة عامة وتلوث التربة بصفة خاصة.

ومن أهم ملوثات التربه:

١- المخلفات الصلبة:

وهى تنتج عن المصانع والمزارع والمنازل والمطاعم، وتصل إلى التربة إما مع مياه الرى أو نتيجة طمرها فيها، أو تساقط المركبات العالقة فى الهواء (معادن ثقيلة) الناتجة عن حرق هذه المخلفات، ونظراً لأن بعض هذه المخلفات لاتتحلل بسهولة فى التربة مع سمية بعضها فإنها تتراكم بالتربة مع الاحتفاظ بسميتها وقد يرى البعض استخدام مياه الصرف الغير معالجة (المخلفات الآدمية) فى رى المحاصيل التى لا تؤكل طازجة، لما فى ذلك من زيادة إنتاجية الأرض وتحسين خواص التربة إلا أن ذلك قد يؤدى إلى تراكم بعض العناصر فى أنسجة النبات بصورة تسبب أضرارًا للإنسان. فقد وجد أن معدل المعادن السامة فى مخلفات الإنسان تفوق الموجودة فى الأرض الزراعية ١٠٠- ٣٠٠ مرة.

٢- المبيدات الحشريه ومزيلات الأعشاب:

وهذه تتلوث بها التربة من جراء تساقط المبيدات عليها أثناء رش المحاصيل الزراعية، أو نتيجة معالجة التربة أو البذور بغرض وقايتها من الآفات، وكذا نتيجة تساقط أوراق النباتات المعالجة بالمبيدات، أو غسيل هذه النباتات بماء المطر وغالباً ما يتبقى جزء كبير منها (حوالى ١٥٪ من كمية المبيد المستعمل) فى التربة ليمتص النبات جزءاً كبيراً يخزنه فى ساقه وأوراقه وثماره؛ حيث تنتقل إلى الإنسان عند تغذيته عليها أو إلى الحيوانات لتظهر فى ألبانها ولحومها وبيضها مسببة أضراراً بالغة لمن يتعاطى هذه المنتجات. ومن أمثلة ذلك ما حدث فى العراق ١٩٧١، ١٩٧٢ حيث أستعمل نوع من المبيدات الحشرية يحتوى على الزئبق فى رش المحاصيل الزراعية وقد أختلط الزئبق بحبيبات التربة وامتصه النبات لينتقل بعد ذلك للإنسان، وقد أدى تسمم النباتات بالزئبق إلى موت نحو ٥٠٠ شخص وإصابة ٥٥٠٠ أخرين بأعراض تسمم. وإن كان البعض يقول أن سبب هذا التسمم يرجع إلى استيراد العراق لكمية من بذور القمح المنتقاة للإكثار والمعاملة بالزئبق (لحفظها من الفطريات) لاستخدامها فى الزراعة، ولكن حدث بطريق الخطأ طحنها واستخدامها فى صناعة الخبز.

٣- التلوث بالأسمدة الكيماوية:

إذ تنتقل مكونات هذه الأسمدة من التربة إلى النبات والحيوان فالإنسان. وقد يكون لبعضها أثر ضار على صحة الإنسان، خاصة النترات والنتريت إذ تسبب نوعاً من فقر الدم عند الأطفال، وسرطان البلعوم والمثانة عند الكبار، ويقال أن النترات قد تتحول إلى نتريت فى الخضروات ببعض الأنزيمات مما يزيد من فرصة تفاعلها مع ملوثات أخرى مكونة مادة Nitrosamine وهى مادة مطفرة ومسرطنة.

الفصل الثالث

ملوثات الغذاء وعلاقتها بالنشاط الحيوى للإنسان

نتناول فى هذا الموضوع بجانب المقدمة:

١- تقسيم ملوثات الغذاء حسب طريقة دخولها للجسم

٢- ديناميكية توزيع الملوثات بالجسم وأماكن تخزينها

٣- التأثيرات الناجمة عن التلوث بالسموم

٤- مستويات التسمم الناتجة عن الملوثات

٥- اختبارات السمية

٦- فاعلية المادة السامة

٧- متبقيات الملوثات السامة

مقدمه

كثير من ملوثات الغذاء عبارة عن مواد سامة، قد تكون كيماوية كالعناصر المعدنية الثقيلة والمبيدات وبعض العقاقير، وقد تكون عبارة عن مواد ناتجة عن التمثيل الغذائى للكائنات الحية كالسموم البكتيرية والفطرية والحشرية والنباتية ....الخ.

وتعرف المواد السامة بأنها مواد تسبب ضرراً للكائن الحى بتعرضه لها، ويتوقف الأثر الضار على مقدار الجرعة أو التركيز الذى يتعرض له الكائن الحـــى. ويحـــدث الأثر أو التأثير الضار بعد وصول المادة السامة أو نواتج تمثيلها لمكان تأثيرها بالقدر المناسب والصورة المناسبة مع توفير الوقت الكافى للتعرض لها.

١- تقسيم ملوثات الغذاء حسب طريقة دخولها للجسم

تقسم هذه السموم (الملوثات) حسب طريقة دخولها للجسم سواء كانت هذه السموم (الملوثات) من مصدر حيوى أو غير حيوى إلى:

١- سموم معوية: ومن أمثلتها المعادن الثقيلة؛ وهى تدخل إلى الجسم مع الغذاء عن طريق الفم إلى القناة المعد معوية gastrointestinal حيث تنفذ وتمتص خلال جدر الخلايا المبطنة للأمعاء، وتتفاعل مع أو ترتبط ببعض الأحماض الأمينية المكونة لبروتوبلازم الخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء.

٢- سموم تنفسيه: ومن أمثلتها المواد الغازية والمتطايرة كالأيروسولات والمبيدات الحشرية وتدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسى.

٣- سموم بالملامسة: ومن أمثلتها مجموعة المبيدات الهيدروكربونية العضوية الكلورونية، الفوسفورية العضوية ،الكرباماتية العضوية، وتدخل الجسم عن طريق الجلد وتؤدى عملها فى الغالب كسموم عصبية، حيث تعمل على خلل الجهاز العصبى، فالمركبات الفوسفوريه والكرباماتية تثبط إنزيم أستيل كولين استريز. والمركبات الكلورونية العضوية تؤثر على نفاذ الأيونات.

٢- ديناميكية توزيع الملوثات بالجسم وأماكن تخزينها

أ- سوائل الجسم

عندما تدخل هذه الملوثات الجسم وتصل إلى الدم يقوم الدم بتوزيعها على كل أنسجة الجسم عن طريق سوائل الجسم والتى تمثل ٦٥ ٪ من وزن الجسم (حجما ٤٠ لتر) ويمكن تقسيم هذه السوائل إلى:

١- **سوائل داخل الخلايا:** وهى تمثل ٦٠ ٪ من سوائل الجسم (٢٥ لتر) وتقوم بتهيئة الوسط الخلوى المناسب للعمليات الحيوية المختلفة ومن أهم مكوناتها (جدول ١)

جدول (١) أهم مكونات سوائل الجسم (سوائل داخل الخلايا)

المكون	k	Na	Mg	Ca	Cl	Po4	Hco3	بروتينات
ملليمكافئ/لتر	١٥٥	١٢	١٥	٢	١	٩٠	٨	٦٠

ويلاحظ أن الصوديوم يمثل ١٠٪ من الموجود بالسوائل خارج الخلايا.

٢- سوائل خارج الخلايا: وهى تمثل ٤٠٪ من سوائل الجسم (١٥ لتر) وتقوم بنقل وحمل المواد الغذائية، وما فيها من ملوثات إلى الخلايا، كما تقوم فى نفس الوقت بحمل الفضلات إلى خارج الخلايا ومن أهم مكوناتها (جدول ٢).

جدول (٢) أهم مكونات سوائل الجسم (سوائل خارج الخلايا)

المكون	Na	Mg	Ca	Cl	Po4	بيكربونات	بروتينات
ملليمكافئ / لتر	١٤٥	٢	٢	١	٢	٢٧	٦٠

ويلاحظ أن الصوديوم هو السائد فى السوائل الموجودة خارج الخلايا إذ يمثل ٩٥٪ تقريباً من الصوديوم النشط الممثل بالجسم، ويمثل جدول (٣) أنواع السوائل الموجودة خارج الخلايا.

جدول (٣) أنواع السوائل الموجودة خارج الخلايا

سائل بين خلوى أو بين نسيجى	بلازما الدم	سوائل عابرة
يوجد بين الخلايا يمثل ٢٧٪ من سوائل الجسم يعادل ٣ ٪ من وزن الجسم	هو الوسط الذى تسبح فيه خلايا الدم. يمثل ٨٪ من وزن سوائل الجسم ويمثل ٥٥٪ من حجم الدم ويتكون من ٩١٪ ماء + ٩٪ مواد صلبة (بروتينات الدم) والتى تشمل الألبيومين والفيبرينوجين والجلوبيولين وقد ترتبط جزيئات السم بهذه البروتينات خاصة الألبيومين.	وتشمل: العصارات الهاضمة ومنها الأنزيمات والهرمونات. سوائل ومنها سوائل النخاع الشوكى والسائل الزجاجى للعين

ب - العوامل المحددة لتوزيع (السموم) الملوثات على أنسجة الجسم

بعد دخول جزيئات السم (الملوث) إلى البلازما تكون هذه الجزيئات جاهزة للتوزيع داخل أنسجة أعضاء الجسم المختلفة ويتحدد معدل التوزيع بكل عضو على:

- معدل سريان وتدفق الدم للعضو: إذ تتوزع جزيئات السموم (الملوثات) التى دخلت مجرى تيار الدم على كل أنسجة أعضاء الجسم بمعدل يتناسب مع سرعة دورة سريان الدم خلالها.
- مدى نفاذية جدر خلايا العضو: بمعنى أخر مدى السهولة التى تعبر بها هذه الجزيئات خلال وسادة الشعيرات الدموية الدقيقة capillary bed حيث تتخلل خلايا أنسجة هذا العضو.
- مدى ارتباط جزيئات السم (الملوث) بالعضو فنلاحظ أن:
  - الجزيئات الذائبة فى الماء (وكذا الأيونات) والتى يصل وزنها الجزيئ حتى ٢٠٠ دالتون تمر خلال أغشية جدر الخلايا (خلال القنوات الثقبية المائية الموجودة فى أغشية جدر الخلايا والتى يبلغ قطرها ٤ A°.
  - جزيئات الملوثات كبيرة الحجم لايمكنها المرور خلال أغشية جدر الخلايا إلا بآليات خاصة.
  - بعض الملوثات لايمكنها المرور، وهنا يتحدد موقع توزيعها، وتتراكم بأجزاء مختلفة من الجسم نتيجة ارتباطها ببعض المكونات الحيوية بالخلايا.

ج ـ مواقع تخزين الملوثات (السموم) بالجسم

عادة ما تتركز جزيئات السموم والملوثات البيئية والكيماوية الغريبة عن الجسم فى أنسجة خاصة، والمكان الذى يتركز فيه السم يسمى موقع أو مستودع التخزين، والسم فى هذا المستودع يكون فى حالة متزنة مع جزيئات السموم الحرة الموجودة بالبلازما. ويمكن اعتبار مستودعات التخزين كأعضاء وقاية للجسم Protecting agents إذ تمنع وصول تركيز السم فى البلازما إلى الدرجة اللازمة لحدوث فعله القاتل أو السام. وفيما يلى بعض مواقع تخزين السموم والملوثات فى الجسم:

*** الدهن كمستودع لتخزين السموم Fats as a storage depots**

من المعروف أن مجموعة السموم الهيدروكربونية العضوية الكلوريتية (مبيدات) مركبات ليبوفيلية Lipophilic محبة للدهون، لذا فهى:

- تمتص وتذوب فى الأنسجة الدهنية addipose tissue وتتراكم حيوياً Bioaccumulation

فى هذه الأنسجة دون حدوث ضرر لهذه الأنسجة، وتخزين جزيئات السموم بهـذه الأنسجة يعد آليه لوقاية وحماية الجسم ولو وقتياً حيث أن تخزينها يمنـع ظهـور تركيز مفاجئ منها فى البلازما، ولكن عند الإذابة الفـسيولوجية لهـذه الـدهون (مخزن السم) كما هو الحال عند الصيام أو الجوع لمدة طويلة، أو كما هو الحـال عند احتياج الجسم لها للطاقة عند بذل مجهود كبير، أو عند تناول إنزيمات محللة للدهون (دواء) تؤدى إلى تحلل وإنفراد الدهن مما يؤدى لزيادة مفاجئة فى تركيز السموم التى كانت مخزنة، وظهورها فى صورة حرة ببلازما الدم وقد يكون هذا التركيز كافياً لإحداث الفعل السام أو القاتل.

* **بروتينات البلازما كمـستودع لتخـزين الـسموم Plasma proteins as a storage depots**

يحدث أثناء عملية توزيع الدم، وما يحمله من جزيئات سامة أن تتداخل هذه الجزيئات السامة مع المحتوى البروتينى فى بلازما الدم خاصة الألبيومين، وترتبط مكونة معقدا كبير الوزن الجزيئ يصعب مروره مع الدم عبر جدر الشعيرات الدموية وبالتالى يبقى مقيداً بفراغ الخلية مما يؤدى إلى إرتفاع مفاجئ فى تركيزه.

* **العظام كمستودع لتخزين السموم Bone as a storage depots of toxicants**

يتكون النسيج العظمى من بللورات هيدروكسى الأباتيت، ولهذه المقدرة على تخزين جزيئات بعض السموم والملوثات التى يدخل فى تركيبها الفلور والرصاص والأسترانشيوم، حيث يحدث تبادل كتيونى بين السطوح العظمية (بللورات هيدروكـسى الأباتيـت) وبين تلك السموم الموجودة فى السوائل الملامسة للعظام، ونتيجة هذا التبادل يتخلل السم سطح البللورة ليتبادل الكالسيوم مكانها.

* **الجهاز التناسلى كمستودع لتخزين السموم Reproductive system as a storage depots**

تتراكم بعض السموم (الملوثات) بالأعضاء التناسلية، حيث تخزن بالأعضاء الغنية بالهرمونات كالأجسام الصفراء للمبيض والغدد الثديية، ولهذه السموم بتلك الأعضاء تأثيرات عكسية غير مباشرة (زيادة وزن المبيض والرحم).

*** المشيمة والأجنة كمستودع لتخزين السموم Placenta and fetus as a storage depots**

من وظائف المشيمة نقل المواد الغذائية الأساسية (أحماض أمينية - جلوكوز وسكريات سداسية - فيتامينات - أيونات مثل Fe، Ca) من الأم إلى الجنين، ويتم هذا النقل عبر المشيمة ضد التدرج فى التركيز against a concentration gradient كما يحدث خلالها تبادل الأكسجين والفضلات، وتحمى المشيمه كذلك الجنين من عبور العديد من جزيئات السموم، فرغم أن لبعض أنسجة الأجنة القدرة على تركيز بعض السموم، ورغم أن جزيئات بعض المواد الغريبة كالفيروسات والبكتريا تمر من المشيمه عن طريق الإنتشار الوسيط، إلا أن بالمشيمه آليات للتحول الحيوى للسموم Biotransformation تمكنها منع بعض المواد السامه من الوصول إلى الجنين.

*** الجهاز العصبى كمستودع لتخزين السموم Nervous system as a storage depots**

يعد الجهاز العصبى أقل مكاناً لتجمع جزيئات السموم، فالعديد من السموم لا تدخل المخ بكميات كبيرة يمكن تقديرها وقد يرجع ذلك إلى:

- وجود ما يعرف بالعائق الدموى المخى (Blood Barrier Brain (BBB يحيط بالمخ، وتقل فيه النفاذية عن أغلب المساحات الأخرى الموجودة بالجسم، وتختلف فاعلية هذه العائق فى الأطفال والكائنات حديثة الولادة أو المولودين قبل ميعاد ولادتهم (المبتسرين) حيث يكون العائق عند هؤلاء غير مكتمل النمو، مرتفع النفاذية. وهذا ما قد يفسر كون بعض السموم أكثر فاعلية (سمية) عند حديثى الولادة مثل النترات والمورفين حيث يبلغ معدل التسمم لديهم بهذه المواد ٣ - ١٠ أضعاف قدر البالغين، كما يؤدى الرصاص إلى أمراض الدماغ Encephalo pathy لحديثى الولادة فقط وليس للكبار.
- التركيب الدقيق والشديد التلاصق للخلايا الطلائية المبطنة للجهاز العصبى والأنسجة الضامة الطلائية مما يؤدى لعدم وجود مسافات بينية مسامية تسمح بنفاذ جزيئات السم منها.
- قلة تركيز البروتين فى السائل البينى Interstitial fluid فى الجهاز العصبى مما يؤدى لخفض توزيع السموم بالجهاز العصبى المركزى.

وتختلف نوعية السموم التى يمكن أن تنفذ إلى المخ. ويتوقف معدل نفاذيتهـا لحـد كبير على درجة ذوبانها فى الدهون، فالمركبات عالية الذوبان فى الـدهون تـدخل الجهاز العصبى المركزى أكثر من المركبات الأقل ذوباناً كما أن الـسموم الحـرة (الجزيئات الحرة) والتى هى غير مرتبطة ببروتين البلازما تدخل بحرية أكبر إلـى المخ.

٣- التأثيرات الناجمة عن التلوث بالسموم

تشمل تأثيرات السموم على النشاط الحيوي بالجسم:

أ- تأثيرات عكسية وغير عكسية Adverse / not adverse

والتأثيرات العكسية هى تلك التأثيرات التـى لا تحـدث تلفـاً مـستمراً لوظـائف الأعضاء، وتتراوح فى شدتها من تأثيرات بسيطة إلى تأثيرات حادة. أما التأثيرات غير العكسية فهى التى تؤدى لتلف مستمر فى الأعضاء؛ فلا يعود العضو لحالتـه الطبيعية مرة أخرى، وتبقى هذه التأثيرات حتى بعد تخلص الجسم مـن متبقياتهـا، وغالباً ما تنتهى بالموت إذا كان التأثير على خلايا أنسجة الجهاز العصبى.

ب - تأثيرات عامة وخاصة:

التأثيرات العامة وهى التى تظهر على عدة أجزاء (أجهزة) بالجسم، أمـا الخاصـة فهى التى يظهر تأثيرها على عضو معين.

ج ــ تأثيرات مباشرة وغير مباشرة:

التأثيرات المباشرة هى التى تحدث عقب التعرض للمؤثر (السم) مباشرة (التـسمم الغذائى) أما التأثيرات غير المباشرة فتحدث بعد فترة من التعرض للمؤثر (الأورام بعد ٥ - ٣٠ سنه).

د - تأثيرات حركية وغير حركية:

التأثيرات الحركية (تمثيلية) وهى التى ينفذ فيها المؤثر (السم) خلال الأغشية ويمثل ويرتبط بالعضو، (يخزن) ويفرز بالبول والبراز أو مع التنفس. أما التأثيرات غيـر الحركية فهى تأثيرات قاصرة على مكان التعرض وهذه يمكن إزالتها أو إزالة فعلها أو المتبقى منها من على السطح.

٤- مستويات التسمم بالملوثات Toxicity Levels

يمكن تصنيف مستويات التسمم الناتجة عن الملوثات إلى:

١- السمية الحادة Acute Toxicity

وفيها تحدث السمية مباشرة بعد التعرض للمادة السامة فى صورة جرعة واحدة (عن طريق الفم أو الحقن) وذلك بعد المعالجة مباشرة؛ وقد تطول إلى ساعات أو إسبوعين بعد المعاملة. وتجرى اختبارات السمية الحادة على نوعين من الحيوانات على الأقل، أحدهما حيوان غير قارض حيث يتم تغذية الحيوانات بجرعات مختلفة التركيز من المركب، مع متابعة دقيقة لسلوك وتصرفات هذه الحيوانات واستهلاكها للغذاء، وملاحظة الصفات الخارجية مثل سقوط الشعر، ومعرفة نتائج التحاليل الإكلينيكية (كتحليل الدم وتحليل البول)، كما يجب تشريح الحيوانات بعد الموت لفحص ما قد يطرأ على الأعضاء الداخلية من تغيرات، والكشف عن الأورام وتحديد سبب الوفاة. وتساعد إختبارات السمية الحادة فى الكشف والتعرف على أكثر الأجهزة والأعضاء تأثراً بالجرعات المستخدمة وعادة تستخدم الجرعة القاتلة LD50 فى تقدير السمية الحادة.

٢- السمية تحت الحادة Subacute Toxicity

مثل اختبارات السمية الحادة، حيث تجرى الاختبارات على نوعين من الحيوانات، عادة فئران حديثة الولادة mice وكلاب. حيث يضاف المركب المراد اختباره عادة إلى العليقة ومياه الشرب لمدة ٢ - ٣ شهور، مع ملاحظة الحيوانات بكل دقة أثناء فترة التغذية وما قد يطرأ عليها من تغيرات.

٣- السمية أقل من المزمنة (تحت المزمنة - شبه المزمنة) Subchronic Toxicity

فيها تظهر الأعراض على الحيوان الموضوع تحت الملاحظة بعد مدة قد تصل إلى ١٥٠ يوماً وهى تعطى دلائل على إمكانية استخدام مادة ما فى المجال الغذائى، ويتم استخدام المادة المراد اختبارها فى هذه التجارب بتركيزات مختلفة فى تغذية حيوانات مختلفة بقدر الإمكان.

ونحاول إحداث أضرار فى هذه التجارب عن طريق رفع تركيز المـــادة، ويمكـــن التعرف على العضو الأكثر قابلية أو استعداداً للتأثر بهذه المادة.

ومن خلال التجارب الخاصة بالسمية تحت المزمنة يمكن التوصل إلـــى الجرعـــة التى لاتسبب أى تأثير مرضى Pathological effects والتى تعرف بالحد غير المؤثر No- effect level.

٤- السمية المزمنة Chronic Toxicity

تظهر الأعراض على الحيوان الموضوع تحت الملاحظة بعد ١٨ - ٢٤ شـــهراً، وفى هذه التجارب تضاف المادة المراد اختبارها بتركيزات عادية وتركيزات عالية فى عليقة الحيوانات، وتتراوح التركيزات المستخدمة بين جرعة منخفـــضة إلـــى جرعات تبلغ مائة إلى ألف ضعف الكمية التى عادة ما يتناولها الإنسان وعمومـــاً يكون مستوى الجرعة أعلى من الجرعة دون المؤثرة NOEL ولكـــن أقـــل مـــن مستوى LD50 ويختار لذلك أنواع من الحيوانات التى يمكن أن تتعاطى هذه المادة لمدة مناسبة طول حياتها، وكذلك الحيوانات التى لها تمثيل غذائى وتفاعلات حيوية وتفاعلات إزاء السموم تشبه إلى حد كبير ما يحدث عند الإنسان.

وتتطلب تجارب التغذية المزمنة نوعين من القوارض ونـــوع أخـــر مـــن غيـــر القوارض، ويجب استخدام الجنسين (ذكر وأنثى) فى هـــذه الاختبـــارات، كمـــا أن العمل بعدد كبير من حيوانات التجارب يمكن معه تحليل النتائج بالطرق الإحصائية وبذلك يمكن تجنب النتائج الخاطئة التى تنشأ من الاختلاف البيولوجى، وعموماً يتم فى هذه التجارب دراسة التغيرات التى تسببها المادة المراد اختبارها علـــى مـــدى أداء أعضاء الجسم المختلفة، ويتم تتبع مدى الأداء بطريقة منتظمة فى الحيوانـــات الحية باستخدام الطرق الحيوية، وباستخدام الطرق الهستولوجية على الأعضاء بعد انتهاء التجربة وموت الحيوانات وتشريحها. ويتم على وجه التحديد دراســـة الأداء المنتظم للأعضاء الآتية: الكبد - الكلية - القلب - الرئة - المعـــدة - الأمعـــاء - الطحال - الغدة فوق الكلوية - الغدة الدرقية - الغدة الكظرية - الغدة التناسلية - العضلات - الجلد - الغدة النكفية - البنكرياس - العينين - النخـــاع العظمـــى - المخ - الحبل الشوكى.

٥- السمية المتأخرة Delayed Toxicity

فيها تحدث السمية بعد سنين طويلة من التعرض للمادة السامة ومن مظاهر التسمم فى هذه الحالة:

أ- التسبب فى حدوث تشوه فى الأجنة Teratogenicity

ويعرف ذلك بقدرة أحد المواد السامة على إحداث تشوه فى البويضة الملقحة أو الجنين Embryo، ولاختبار التسبب فى حدوث تشوه الأجنة يتم إعطاء المادة المراد اختبارها للحيوانات فى بداية الحمل وطول فترة الحمل مع تتبع حدوث التشوه بالمقارنة بالحيوانات التى لا تتعاطى هذه المادة، وتجرى دراسات التشوه الخلقى فى الأجنة على حيوانين أحدهما من القوارض والآخر من غير القوارض، وتعرف بالاختبارات الجيلية Generational tests وذلك للتأكد من أن الحيوانات تتكاثر طبيعياً، وأن النسل الناتج لم يتعرض لتشوهات خلقية أو تأثيرات طفرية من التعرض للمادة المختبرة. وتجرى هذه الاختبارات على الأنثى خلال فترة الحمل لتقييم مدى تشوه النسل، كما تجرى دراسة على الفئران rats لتقدير التأثير على القدرة التناسلية، حيث تضاف المادة المختبرة إلى الغذاء الذى يتناوله الذكور قبل التزاوج، وللإناث خلال الحمل وكذلك خلال فترة رعايتها للأبناء، وبعد ذلك يتعرض النسل الناتج إلى نفس الغذاء المعامل حتى تمام نضج الأبناء ثم يترك النسل للتزاوج وتتكرر هذه الدورة لمدة ثلاثة أجيال.

ب- التسبب فى حدوث طفرات Mutagenicity

وذلك نتيجة حدوث تغير فى الجينات genes أو الكروموسومات chromosomes وبالتالى تغير الصفات الوراثية. وأفضل وسيلة للتعرف على القدرة على إحداث طفرات هو اختبار القدرة التناسلية gonad test فى الحيوانات الثديية الحية وهناك اختبارات أخرى سريعة قليلة التكاليف ولكن نتائجها لا يمكن الاعتماد عليها ولذلك يمكن اعتبارها اختبارات تمهيدية ومنها Ames test, Host madisted assay, Dominant lethal test وتجرى هذه التجارب فى بعض الحالات على الأحياء الدقيقة معملياً.

ج- التسبب فى حدوث السرطان Carcinogenicity

٨٠ - ٩٠٪ من المواد المسببه للطفرات لها تأثير سرطانى، ولإختبار إحتمال التأثير السرطانى للمادة تضاف المادة لعليقة الحيوان من أصغر سن ممكنة وطول مدة حياته ويستخدم عادة الفئران البيضاء والهمستر hamster.

٥- اختبارات السمية Toxicity Tests

تجرى هذه الاختبارات فى معاهد متخصصة باستخدام النوع المناسب من حيوانات التجارب، والطريقة المناسبة للتربية والتغذية مع إضافة المادة المراد اختبارها بالطريقة المناسبة والتركيز الصحيح، ويستخدم فى هذه التجارب عادة حيوانات صغيرة الحجم، قصيرة العمر، تستهلك كمية قليلة من الغذاء مثل الفئران البيضاء والأرانب والخنازير والكلاب والقرود. ولما كان معظم هذه الملوثات والموجودة بالأغذية تؤخذ فقط عن طريق الفم، فإن اختبارها يتم عن طريق إضافتها لعليقة حيوانات التجارب.

ملاحظات على اختبارات وتجارب السمية

١- تجرى تجارب السمية للأغذية لأسباب بديهية أساساً على الحيوانات، ولذلك فإن هناك خطورة وإن كانت محدودة فى نقل نتائج هذه التجارب على الإنسان.

٢- يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن كمية الغذاء التى تتعاطاها بعض حيوانات التجارب أكثر نسبياً مما يأكله الإنسان إذا أخذنا وزن الجسم فى الاعتبار فمثلاً يلتهم الفأر بالنسبة لجسمه ٧ - ٨ مرات قدر ما يأكله الإنسان.

٣- يتم تقدير معدل الاختفاء الأيضى لهذه المركبات فى حيوانات المعمل وذلك من خلال تمييز المركب الكيماوى بالعناصر المشعة isotope قبل إعطائه الحيوان وذلك للحصول على معدلات الامتصاص والتوزيع والتمثيل والإفراز فى حيوانات المعمل حتى يمكن تقدير سلوك هذا المركب وتعرف هذه الاختبارات باختبارات السلوك الحيوى.

٤- ويوضح الجدول (٤) ملخصاً لحالات التسمم الناتجة عن التعرض للمواد السامة.

جدول (٤) حالات التسمم الناتجة عن التعرض للمواد السامة

مستوى التسمم	الجرعة	فترة التعرض
تسمم حاد acute toxicity	مرتفعة	لمدة أيام
تسمم تحت حاد subacute toxicity	متوسطة	شهر
تسمم شبه مزمن subchronic toxicity	منخفضة	١ - ٣ شهور
تسمم مزمن chronic toxicity	منخفضة جدا	أكثر من ٣ شهور

٥- كما يمكن تقسيم المواد السامة حسب درجة سميتها كما فى جدول (٥).

جدول (٥) تقسيم المواد السامة حسب درجة سميتها

	خطرة Dangerous شديدة السمية LD_{50}		سام Toxic عالية السمية LD_{50}		تحذير warning متوسطة السمية LD_{50}		إحترس Caution منخفضة السمية LD_{50}	
	صلبة	سائلة	صلبة	سائلة	صلبة	سائلة	صلبة	سائلة
بالفم	٥	٢٠	٥٠ - ٥	٢٠٠-٢٠	٥٠٠ - ٥٠	٢٠٠٠-٢٠٠	٥٠٠ <	٢٠٠٠ <
ملامسه	١٠	٤٠	١٠٠-١٠	٤٠٠-٤٠	١٠٠٠-١٠٠	٤٠٠٠ -٤٠٠	١٠٠٠ <	٤٠٠٠ <
إستنشاق	غازية	٠،٢	غازية	٢	غازية	٢٠	غازية	٢٠ <
مثال :	DDT		الدرين		دورسبان		ملاثيون	

٦- فاعلية المادة السامة Potency

هو مقياس لقوة المادة السامة فى إحداث التأثير السام إذا ما قورنت بمواد سامة أخرى، فكلما كانت المادة السامة أكثر فاعلية قلت الكمية منها التى تلزم لإحداث الموت أو الضرر والعكس. وغالباً ما يعبر عن فاعلية المواد السامة بالتعبيرات التالية:

١- جرعة أقصى تحمل Maximum tolerated dose (MTD)

تعبر عن أقصى جرعة من المركب المختبر لاتحدث تأثيرات ضارة للحيوان ولاتؤثر على طول فترة حياته مقارنة بالحيوانات غير المعاملة.

٢- الجرعة دون المؤثرة Non - Observable Effect Level (NOEL)

أقصى جرعة لا تحدث تأثيراً يمكن تقديره أو الكشف عنه سواء بالطرق الهستولوجية أو غيرها ويعبر عنها مجم / كجم من وزن الجسم ويستفاد منها فى تقدير:

أ- الحد الأدنى للأمان (عامل الأمان) Minimum safety factor (MSF)

هى الجرعة التى لاتسبب أية أضرار لحيوانات التجارب تحت الظروف العادية ولايترتب عنها ظهور أى أثار على صحة هذه الحيوانات مثل سقوط الشعر، تأخر النمو والاضطراب العصبى وقد اتفق على أن يكون الحد الأدنى للأمان MSF = ١٠/١ الجرعة دون المؤثرة NOEL وبمعنى أخر فأن الجرعة دون المؤثرة تساوى عشرة أضعاف الحد الأدنى للأمان.

ب- الكمية المسموح بها يومياً Acceptable daily intake (ADI)

هى الجرعة المقبولة التى يمكن لجسم الإنسان قبولها يومياً مدى الحياة دون ظهور أى أضرار صحية ويعبر عنها مجم / كجم من وزن الجسم يومياً أى أن ADI = NOEL ◊ ١/ م

حيث م = معامل الأمان = ١٠٠.

ويستخدم معامل الأمان عادة ١٠٠ أى ١٠٠ ضعف الجرعة دون المؤثرة لضمان حدود آمنة للمادة عند استخدامها بواسطة الإنسان نظراً لأن عدد الحيوانات المختبرة قليل، مقارنة بعدد الأفراد الذين يتعرضون لهذه المادة، كما يعتقد أن الأفراد ذات الحساسية المرتفعة يكونون أكثر حساسية بحوالى ١٠ أضعاف، لذا يستخدم لديهم معامل أمان ١٠٠٠.

ولذا يوجد نوعان من ADI الأولى الكمية المسموح بها يومياً بدون شروط unconditional ADI والثانية الكمية المسموح بها بشروط conditional ADI ويقصد بها الكمية المسموح بها لمجموعات حساسة معينة من البشر كتلك التى تحتاج لرعاية خاصة مثل الأطفال، المرضى، كبار السن.

٣- الجرعة المؤثرة بمقدار ٥٠٪ Effective dose ٪50 (ED_{50})

هى الجرعة التى تؤثر على ٥٠٪ من تعداد كائنات الإختبار.

٤- الجرعة السامة بنسبة ٥٠٪ Toxicity dose ٪50 (TD_{50})

هى الجرعة التى يتعرض لها حيوان التجربة لتنتج علامات السمية بمقدار ٥٠٪ أو تعطى علامات السمية على ٥٠٪ من تعداد حيوانات التجارب، مع العلم بأن الجرعة السامه TD_{50} لاتعطى معلومات عن الجرعة القاتلة LD.

٥- الجرعة القاتلة لنصف العدد (LD_{50}) Lethal dose ٪50

هى الكميه من المادة الفعالة التى يتم إعطاؤها بالفم أو تمتص عن طريق الجلد وتؤدى لقتل نصف تعداد حيوانات التجارب التى أجرى عليها الإختبار، وهى تعبير يدل على مدى سمية المركب المختبر. ويعبر عنها عادة مجم/ كجم من وزن الجسم. وكلما صغرت LD_{50} كان المركب المختبر أشد سمية كما يتضح من الجدول (٦)

جدول (٦) العلاقة بين مستوى السمية وجرعة LD_{50}

مستوى السمية	جرعة LD_{50} مجم/ كجم من وزن الجسم
غير سام عملياً practically nontoxic	أكثر من ١٥٠٠٠
ضعيف السمية slight toxic	٥٠٠٠ – ١٥٠٠٠
متوسط السمية moderately toxic	٥٠ – ٥٠٠
شديد السمية very toxic	٢٠ – ٥٠
بالغ السمية Extremly toxic	٥ – أقل من ٢٠
فائق السمية super toxic	أقل من ٥

ويلزم عند مقارنة LD_{50} لعدد من المركبات السامة أن يتم تحديد كيفية تطبيق المركب (بالفم – التنفس – الجلد) وعلى أى نوع من حيوانات التجارب (ثديي – غير ثديي – قارض – ذكر – أنثى) تم تطبيقه، حيث تتغير قيمة LD_{50} للمركب الواحد بتغير طريقة تعريض حيوانات التجارب للمركب السام عند الإختبار، وأيضاً بتغيير نوع الحيوان المختبر، فبعض المركبات تكون عالية السمية جداً إذا ما وصلت إلى داخل جسم الحيوان بالابتلاع أو عن طريق الجهاز التنفسى بينما لايكون لها تأثير يذكر إذا ما وضعته على جلد الحيوان.

٦- التركيز القاتل أو المميت لنسبة ٥٠٪ Lethal Concentration (LC_{50})

هو التركيز من المادة الفعالة الذى يتواجد فى الوسط الذى يعيش فيه كائن الاختبار (هواء – ماء) والذى يؤدى لقتل ٥٠٪ من أفراد العينة المختبرة أثناء تعرضها لهذا التركيز ويستخدم ذلك عندما يكون المركب السام منتشراً فى الوسط الذى يعيش فيه كائن الاختبار ويعبر عن LC_{50} بالجزء فى المليون ppm.

٧- مقياس قيم الحد الحرج Threshold Limit Value (TLV)

يدل على التركيز الذى ينتشر فى الوسط من المادة السامة والذى لايسبب أى تأثيرات سيئة أو سامة على العمال الذين يتعرضون لها لمدة ثمانى ساعات لخمس أيام متتالية (لايسبب أى تأثيرات سامه مثل إلتهابات الجلد والعينين) ويعبر عنه بالجزء / مليون ppm.

٨- المقدار المؤقت المقبول تناوله يومياً Temporary Acceptable Daily Intake (TADI)

هو المقدار المقبول الذى يجوز (يمكن) تناوله لفترة معينة محددة، ويمكن منه الحصول على بيانات توكسيكولوجية أو بيوكيماوية ويمكن منه حساب المقدار المقبول تناوله يومياً ADI.

٧- متبقيات الملوثات السامة Toxic Compound Residues

هى الجزيئات من المادة السامة الملوثة للغذاء ويشمل المصطلح أيضاً مشتقات هذه المواد مثل نواتج تحللها وتحولها ونواتج تفاعلها والتى تعتبر ذات أهمية توكسيكولوجية toxicology

وهى تعطى مؤشراً على درجة الأمان التى تتوافر للإنسان وغيره من الثدييات عند استهلاك هذه المنتجات (الغذاء) ولقياس ذلك تتم تغذية بعض حيوانات التجارب الثديية على هذه المنتجات، مع تتبع أثارها وسميتها على الدم والأنسجة والسلوك العام للحيوان، وذلك لمدة لاتقل عن تسعين يوماً وتنتهى النتائج إلى تحديد الحد الأقصى من متبقيات أى مركب سام بالغذاء أو مياه الشرب يجب ألا تتعداه أية كميه منه يستهلكها الأنسان أو الحيوان.

ومن المصطلحات المستخدمة فى هذا المجال:

١- حد التقدير Limit of Determination

هو أقل تركيز من متبقى الملوث يمكن تقديره كمياً فى غذاء معين بدرجة مقبولة من الثقه باستعمال طريقة منظمه للتحليل regulatory method of analysis وهى

الطريقة المثبته والتى يمكن تطبيقها باستعمال الأجهزة والوسائل المعملية للكشف عن وتقدير متبقى الملوثات فى الغذاء.

٢- المستوى الأرشادى Guide Line Level

ويستخدم فى تقدير التركيز الأقصى للمتبقى.

٣- الحد الأقصى للمتبقى Maximum Residue Limit (MRL)

أقصى تركيز من متبقى الملوث يسمح به فى أو على الغذاء ويعبر عنه مجم متبقى / كجم غذاء.

٤- الحد الأقصى للمتبقى المؤقت Temporary MRL (TMRL)

يعبر عن الحد الذى تم إقراره لفترة معينه محددة.

٥- التحمل Tolerance

أكبر كميه من المتبقى يمكن للجسم أن يستهلكها فى غذائه ومسموح بها قانوناً.

٦- صفر تحمل Zero Tolerance

حيث لا يسمح القانون بأى أثار من المتبقى فى الغذاء المتداول.

٧- حمل الجسم Boody Buden

كمية المتبقى التى يمكن للجسم أن يخزنها.

٨- حد المتبقى الدخيل Extraneous Residue Limit

أقصى كمية من بقايا الملوث فى البيئه ويعبر عنه مجم/ م^{٣} من البيئه.

٩- الحد الأقصى الذى يمكن تناوله Tolerable Upper Intake Level (UL)

أعلى كمية يمكن أن يتناولها معظم الأفراد دون أن يكون لها أثار جانبية. مثال ذلك اليود فهو ١١٠٠ µg /يوم للبالغين و٢٠٠ µg / يوم للأطفال ١ - ٣ سنوات والزيادة عن ذلك يؤدى لزيادة النشاط فى الغدة الدرقية وخلل بها.

الجزء الثانى

التلوث الحيوي للبن ومنتجاته

الفصل الرابع

مصادر التلوث الحيوي للبن

يتلوث اللبن من مصادر مختلفة تتمثل أساساً فى الحيوان، والإنسان، البيئة (المياه - الأوانى والأدوات - الذباب والقوارض مخلفات الحيوان والإنسان أى الصرف الصحى - الهواء والأتربة).

١- الحيوان Animal

يفرز اللبن من الغدد اللبنية خالياً من الميكروبات ولكنه قد يتلوث من:

أ- الميكروبات الملوثة للضرع والتى توجد فى قنوات الضرع وخزاناته خاصة على طول قناة الحلمة.

ب - الميكروبات المرضية والتى يفرزها الحيوان المريض مع اللبن ومن أمثلتها ميكروبات السل، الإجهاض المعدى، الحمى الفحمية والقلاعية.

ج - جلد الحيوان والمنطقة الخلفية للضرع والذيل حيث تتلوث هذه المناطق بأعداد كبيرة من الميكروبات سواء من التربة أو فرشة الحيوان أو إفرازاته وهذه تجد طريقها مباشرة إلى اللبن أثناء عملية الحلابة.

لذلك يجب إعطاء الحيوان عناية فائقة منها:

أ- تطهير الحيوان (تطمير grooming) قبل عملية الحلابة مباشرة - حلق الشعر الطويل الموجود على المنطقة الخلفية والضرع - غسل الضرع بماء دافئ ومحلول

معقم sanitizer مثل الهيبو كلوريت ٢٠٠ جزء فى المليون من الكلــور، وتجفيفــه بقماش نظيف وربط الذيل أثناء عملية الحلب. وترتيب الحيوانات بطريقة الذيل إلى الذيل لمنع العدوى بالرذاذ.

ب- عدم الحلب فى مكان به غبار وعدم تقديم عليقة أثناء عملية الحلب والتخلص مــن القطرات الأولى من الحليب ومنع أى غذاء يكسب اللبن نكهه غير طبيعية.

ج- فحص الحيوانات دورياً ضد بعض الأمراض (الــسل - الإجهــاض المعــدى - إلتهاب الضرع ....) وعزل أى حيوان تظهر عليه أعراض غير طبيعيــة وعــدم إستعمال ألبان الحيوانات المعالجة بالمضادات الحيوية إلا بعد مرور ٩٦ ساعة من أخر جرعة.

د- عزل الحيوانات الجديدة والقادمة إلى إلى القطيع بعيداً حتى التأكد من خلوهــا مــن الأمراض المعدية.

٢- القائمون بعملية الحلب والمتعاملون مع اللبن: Dairy men (milkers & handlers)

بعض هؤلاء الأشخاص قد يكونوا حاملين للمرض carriers بدون ظهور أعراض أو مصابين وتظهر عليهم أعراض المرض (diseases) وقد توجد الميكروبــات علــى أيدى وملابس هؤلاء الأشخاص ويتوقف مدى التلوث من هذه الفئة على عاداتهم ومدى إتباعهم للقواعد الصحية لذا يجب مراعاة:

أ- منع المرضى أو الحاملين للميكروبات المرضية من التعامل مع الحليب أو أوعيتــه أو الحيوانات الحلوبه مع فحصهم دورياً ضــد الأمــراض المعديــة وضــرورة حصولهم على شهادات صحية تفيد خلوهم من الأمراض.

ب- العناية بالنظافة الشخصية وغسل أيدى الحلابين بالماء والصابون وتجفيفهــا وأن تكون الأيدى خالية من التقرحات وإلتزامهم بارتداء ثياب بيضاء نظيفــة وأغطيــة للرأس وأحذية طويلة.

ج- إتمام عملية الحلابة فى وقت قصير وتفضيل الحلب الألى.

٣- المياه Water supply

تستخدم المياه داخل مزرعة الألبان في شرب الأبقار (١٥٠ لتـر/ رأس/ يوميـاً) ونظافتها (٥٠ - ٧٠ لتر / رأس) وتبريد اللبن (٦- ٧ لتر / لتر لبن) وغسل الأوانـي وتنظيفها ، لذا فالماء الملوث المستخدم يعتبر من أهم مصادر التلوث لذا يجب.

أ- أن تكون المياه خالية من الميكروبات الضارة والممرضة، قليلة المحتوى البكتيـرى خالية من التلوث بالبراز.

ب- خالية من العسر وكبريتيد الهيدروجين حتى لايحدث تلون باللبن كمـا أن قلويـة الماء أو حموضته تؤثر على أنابيب المياه ومعدات اللبن.

ج- تجنب إستخدام المياه السطحية مالم ترشح وتعالج بالكلور. مع معاينة أماكن الأبار والينابيع وأن تشيد بطريقة تمنع تسرب المياه السطحية إليها مع مراعـاة تنظيـف وتطهير مجرى المياه يومياً.

٤- أوعية اللبن وأدواته Milk utensils and equipment

وتشمل كل المعدات والأدوات التى فيها يخزن اللبن أو يحلب أو يعامل أو ينقـل، وتعد مصدراً هاماً من مصادر تلوث اللبن فهى قد تحمل العديد من البكتريا والخمـائر والفطريات ويتوقف ذلك على مدى نظافة تلك الأوانى وطريقة تنظيفها وحفظها فبعض الميكروبات يمكنها مقاومة الغسيل بالماء الساخن كما أن حفظ الأوانى مفتوحـة بعـد تنظيفها وتعقيمها فى مكان مفتوح يعرضها للتلوث بالعديد من الميكروبات من الأتربـة المتساقطة والذباب والقوارض التى قد تتعرض له، لذا يجب العناية بنظافة هذه الأوانى ومراعاة:

أ - أن تصنع هذه الأوانى من معادن غير قابلة للصدأ، لها قدرة عالية علـى التحمـل ومقاومه للتآكل غير سامه، لا تتأثر بعمليات التعقيم الكيميائيه، ذات سطح ناعم داخلى أملس وزوايا مستديرة ليسهل تنظيفها.

ب - العناية بغسلها وتنظيفها وتعقيمها بعد تجفيفها لتجنب تكون أحجار اللبن milk stones (جوامد لبنيه) التى تعتبر بيئة مناسبه لنمو وتكاثر الميكروبات.

٥- الذباب والقوارض Flies and rodents

يعد الذباب والقوارض طاعون صناعة الالبان، فمن الذباب ماهو مـــاص للـــدماء ينقل الامراض بين الحيوانات، كما تعتبر الذبابه المنزلية والقوارض حاملا ميكانيكيا ينقل أنواع مختلفة من الميكروبات والطفيليات من الأماكن الملوثه إلى حلمات الابقار وأوانى اللبن واللبن نفسه، وتحمل هذه الحشرات الميكروبات على جسمها وتلوث بهـــا اللـــبن مباشرة عن طريق سقوطها فيه أو بطريقة غير مباشرة بوضع تلك الميكروبات علـــى الأوانى فى الماء، ولتقليل التلوث بهذه الحشرات يراعى:

أ- وضع سلك شبكى على النوافذ لمنع دخولها مع الإهتمام بنظافـــة الوســـط (البيئـــة) المحيطة بالمحلب (مكان الحلابه).

ب- إزالة مخلفات الحيوانات أولاً بأول وإبعادها (الروث والسباخ) بعيداً عـــن أمـــاكن الحليب.

ج - إستخدام المبيدات الحشرية المناسبه وإستخدامها إستخداماً سليماً بعيداً عن حجرات تجميع اللبن.

٦ - مخلفات الحيوان والإنسان (الصرف الصحى)

Animal Manure and Human Exeretes (sewage & waste products)

تعد هذه المخلفات مصدراً لملايين الميكروبات مرضية وغير مرضية، إذ تعتبـــر القناه الهضمية للإنسان والحيوان مسكناً طبيعياً لعديد من الميكروبات التى تجد طريقها إلى التربة والماء ومنها إلى النبات (غذاء الحيوان) والأوانى، ويحدث التلوث بهذه الميكروبات المحموله على مخلفات الحيوان والأنسان إما بطريق مباشر عن طريق يدى الحلابـــين والمتعاملين مع اللبن، أو بصورة غير مباشرة عن طريق الذباب والأتربـــة والهـــواء، خاصة عند جفاف هذه المخلفات لذا يجب مراعاة:

أ - التخلص الفورى من الفضلات العضوية للحيوانات إما بنثر الروث على الأراضى الزراعية فى طبقات رقيقة، أو بتحويلها إلى سماد.

ب- التخلص من فضلات الإنسان عن طريق أنظمه الصرف الصحى فى المناطق التى يتوافر بها الصرف الصحى، أو عن طريق جمعها وحرقها أو معاملتها بمواد مطهرة أو دفنها فى الأرض.

٧- الهواء والأتربه Air and dust

يحمل الهواء والأتربه العديد من الميكروبات منها ما يتحمل الجفاف لدرجات مختلفة مثل *Bacillus, Micrococcus* وبعض الخمائر مثل *Torulopsis* وكذلك بعض الفطريات، ومن هذه الميكروبات ما ينتقل عن طريق الرذاذ Droplet وهو ما يعرف بالعدوى المحملة بالهواء Air - born infection مثل ميكروب السل، ومنها ما يحمل بالأتربة Dust born infection مثل ميكروب الإجهاض المعدى والمسبب لحمى Q، ولذا يجب العمل على عدم إثارة الغبار والأتربة فى حظائر الحليب وقت التغذية والتطمير وأثناء الحلابه مع إستخدام جرادل الحلابه ذات الفتحة الضيقة الجانبية وتصفية اللبن بعد الحلابه.

٨- غذاء الحيوان Animal feeds

تحتوى عليقة الحيوان على العديد من البكتريا والخمائر والفطريات، ويتوقف ذلك على نوعية العليقة وتخمرها ومعاملتها لقتل الميكروبات وظروف تخزينها. لذا يجب العنايه بإختبار هذه العلائق من حيث جودة التخزين.

وبجانب الإحتياطات السابق بيانها لتقليل تلوث اللبن فى مزارع الإنتاج فانه يجب مراعاة الشروط الصحية عند بناء حظائر الحيوانات مثل:

أ - أن تكون الأرضيه من مادة صلبه غير منفذه للماء سهلة التنظيف، وأن تكون المجارى من النوع المكشوف.

ب - أن تدهن الحوائط والأسقف بالجير لمزيد من الإضاءة مع جعل النوافذ متسعة عالية مغطاه بالسلك.

ج - تخصيص مكان لعملية الحلابه يراعى فيه كل الشروط الصحية من حيث الأرضيه والحوائط والتهويه ومنع دخول الحشرات.

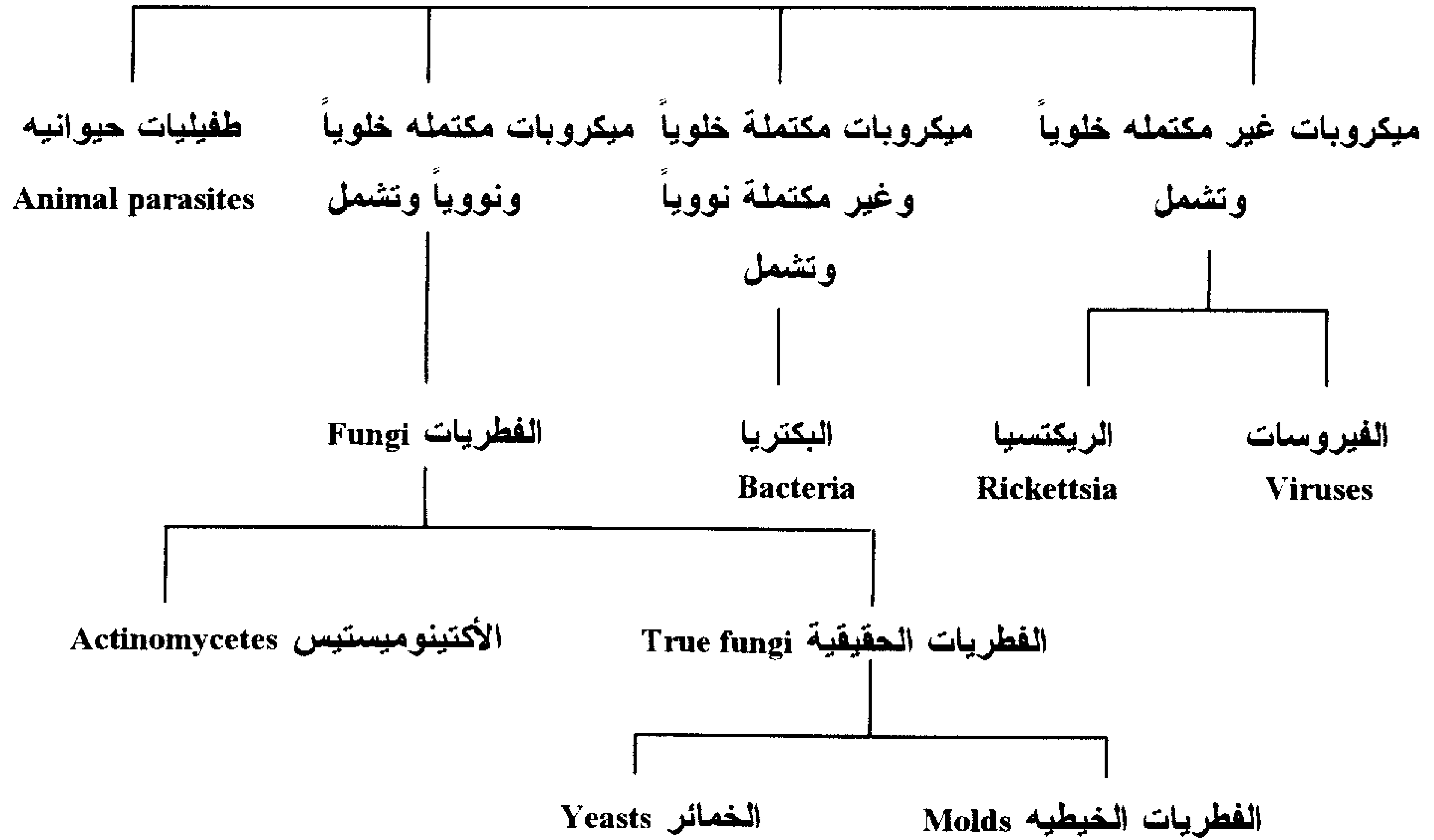
د - إتخاذ كافة الإحتياطات لمنع تلوث اللبن أثناء تجميعه وتصفيته وتبريده ونقله حتى وصوله إلى أماكن معالجته حرارياً أو تصنيعه.

الفصل الخامس

أنواع الكائنات الحيه الملوثه للبن ومنتجاته

والأمراض الناجمة عنها

يمكن تقسيم الكائنات الحية الملوثه للغذاء عامة إلى:



١- الفيروسات Viruses

كائنات حية دقيقة أصغر كثيراً من البكتريا يتراوح قطرها بين ٢٠ - ١٠٠ nm تمر خلال المرشحات البكتيريه لاترى بالميكروسكوب العادى، ولكن يمكن رؤيتها بالميكروسكوب الإلكترونى، ليس لها جدار خلوى، ليس بها إنزيمات سوى الإنزيمات المسئولة عن التكاثر، محاطة بغلاف يحتوى على ليبيدات، تحتوى إما على DNA (فيروسات DNA) أو تحتوى RNA (فيروسات RNA) ولكنها لا تحتوى النوعين معاً (DNA, RNA) لاتتكاثر خارج خلايا العائل، إذ أنها توجه نشاط خلية العائل لإنتاج فيروسات جديدة Viral progency لا تتكاثر فى الغذاء رغم وجودها كملوثات غذائيه.

٢- الريكتسيا Rickettsia

كائنات حيه اكبر من الفيروسات وأصغر من البكتريا تعيش فى خلايا الأنسان والحيوان، تشبه البكتريا فى بعض الصفات حيث تحتوى الريكتيسيا على RNA, DNA وبعض الأنزيمات، تتكاثر بالأنقسام الثنائى، خلاياها محاطة بجدار خلوى cell wall يحتوى على مكونات مماثله لمكونات جدار خلايا البكتريا، حساسه للمضادات الحيويه.

وتختلف الريكتسيا عن البكتريا فى عدم قدرتها على التكاثر خارج خلايا العائل، وهى فى هذا تشبه الفيروسات، ولكنها تختلف عن الفيروسات فى أن الفيروسات غير حساسه للمضادات الحيويه.

٣- البكتريا Bacteria

أكبر من الريكتسيا، لاتمر خلال المرشحات البكتيريه، لها جدار خلوى، ترى بالميكروسكوب العادى تحتوى بعض الأنزيمات، تحتوى RNA, DNA معاً، تعيش خارج خلايا العائل (الغذاء) وكذا داخل جسم العائل، تتكاثر بالإنقسام الثنائى، حساسة للمضادات الحيويه.

الفطريات Fungi

هى مجموعه من الكائنات الحية تحصل على غذائها من المواد العضوية المتحللة decaying والنباتات والحيوانات الحية، ليس لها القدره على التمثيل الضوئى Non photosynthesis إذ ينقصها الكلوروفيل وهى تشمل:

أ- الفطريات الحقيقيه True fungi وتضم

* الفطريات الخيطية Molds: وهى كائنات حيه عادة متعددة الخلايا multicellular تعطى نموات زغبيه او قطنيه مختلفه الالوان (أبيض - قاتمة) تسمى بالعفن، وهى خاليه من الكلوروفيل وهذا ما يميزها عن الطحالب Algae فالأخيره تكون غذاءها بنفسها من الماء، Co_2 بفعل ضوء الشمس.
* الخمائر yeasts: وهى عاده وحيدة الخليه unicellular تنمو على سطح الأغذيه الحمضيه مكونة عفناً له ألوان مختلفه، كما تنمو على المحاليل السكريه فتخمرها، وهى اصغر من الفطريات الخيطيه إلا أنها اكبر من البكتريا.

ب- الأكتينوميسيتس Actinomycetes

وهى كائنات حية وسط فى حجمها مابين البكتريا والفطريات الخيطية، وهى وحيدة الخلية، تنمو ببطء شديد حيث يتفوق عليها فى النمو جميع الأحياء الدقيقة الأخرى، وعادة تفرز فى بيئتها مواد ضارة لغيرها تعرف بالمضادات الحيويه.

٤- الطفيليات الحيوانيه Animal parasites

كائنات حية تصيب الإنسان عن طريق الفم عادة نتيجة تناول غذاء أو شراب ملوثاً بالطور المعدى، وتسبب له أضرارًا صحية، وهى طفيليات داخلية تعيش فى القنوات الهضمية والقنوات المؤدية إليها، وهى إما أن تكون:

أ - حيوانات أولية وحيدة الخلية Protozoa

مثل الأميبا وتتكاثر فى عائلها الأخير بأعداد كبيرة

ب- حيوانات لافقارية عديدة الخلايا (ديدان)

multicellular, non-vertebrate (worms) وهذه تتكاثر تزاوجياً (ذكر وأنثى) وتنتج بيضاً مخصباً يخرج من جسم العائل الأساسى (الإنسان) حيث:

i - إما أن يتكون داخل البويضة يرقه تنسلخ وهى داخل البويضه وتصبح البويضه وبداخلها اليرقه بعد إنسلاخها هى الطور المعدى الذى يصيب الإنسان

عند تناول غذاءاً يحتوى هذه البويضات ذات اليرقه المنسلخه ومثال ذلك الإسكارس (من الديدان الإسطوانيه).

ii – وإما أن يتكون الطور المعدى فى عائل وسيط مثال ذلك الدودة الشريطية (من الديدان المفلطحة) حيث أن البيض المخصب الخارج من العائل الأساسى (الإنسان) يلوث الحشائش، وعند تغذية الأبقار (عائل وسيط) على هذه الحشائش ينطلق الجنين من البويضه ويخترق المعدة والأمعاء، ويسير فى الدورة الدمويه ليصل إلى العضلات والقلب ويكون ما يعرف بالدودة المثانية (الطور المعدى) ويصاب الأنسان عند تناوله هذه اللحوم المحتويه على الدودة المثانية (الطور المعدى).

وينشأ عن تلوث اللبن ومنتجاته بالكائنات الحية غير المرغوبة أضرار عديدة منها مايسبب أمراضاً للإنسان ومنها مايسبب فساداً للبن ومنتجاته.

الفصل السادس

سمات (ملامح أو مظاهر) الميكروبات المرضية

للميكروبات المرضية عدة مظاهر أو خواص من أهمها:

١- قدرة الميكروب على إحداث المرض Pathogenicity.

٢- ضراوة (شدة خطورة) الميكروب Virulence.

١- قدرة الميكروب على إحداث المرض Pathogenicity

تعريف المرض:

يعرف المرض بأنه أى تغيير يحدث بجسم الإنسان يبعده عن حالته الطبيعية (تركيبياً أو فسيولوجياً). وهو إما أن يكون:

- مرضاً غير ظاهر: حيث لا يشكو المريض من أعراض واضحة، ولكن يمكن إكتشاف المرض بعلامات أو إختبارات خاصة.
- مرضاً ظاهراً: حيث يشكو المريض من أعراض يحس بها أو علامات مرضيه ظاهرة.

مسببات المرض:

تتعدد مسببات المرض ولكن يمكن إجمالها فى نوعين هما:

- مسببات داخلية (داخل الجسم) ومن أمثلة ذلك: عوامل وراثية – ضعف المناعة – إختلال هرمونى – شيخوخة – إضطراب فى عملية التمثيل الغذائى ... ألخ

مسببات خارجية (عوامل بيئيه) ومنها:

- عوامل طبيعية: حرارة - رطوبة - إشعاع - ضوضاء ... ألخ
- عوامل نفسيه وإجتماعية: ضغط الحياة - عدم الأمان والإحساس بالمسئولية - الإدمان .... ألخ
- عوامل تغذويه: مثل أعراض سوء التغذية.
- عوامل غير حيوية: مثل السموم الطبيعية بالغذاء، المواد الضارة التى قد تتكون فى الغذاء أثناء إعداده وتحضيره وتصنيعه، الملوثات الكيماويه والسموم الناتجه عن مواد عضوية (مبيدات) وغير عضوية (عناصر ثقيلة) وكـذا الأمـراض الناجمه عن الإشعاعات (التفجيرات الذريه).
- عوامل حيويه: مثل الأمراض الناجمه عن الميكروبات والطفيليات وتعرف هذه الأمراض عادة بالأمراض المعديه infectious diseases

العدوى Infection

وتعرف العدوى بأنها دخول الميكروب أو الطفيل إلى جسم الإنسان بعد إجتيـازه الأنظمه الدفاعيه (الحواجز) أى غزو invasion الميكروب لجسم العائل وتكاثره وإفراز سمومه وإحداث المرض، وتنشأ الحالة المرضيه كوسيلة من الميكـروب أو الطفيـل للدفاع عن نفسه والمحافظة على وجوده بجسم العائل.

ويرتبط نشوء المرض وكذا مدة الحضانه incubation period لحـد مـا بمقـدار الجرعة فمن المعروف أنه تحت الظروف المناسبة فان خلية بكتيريه واحدة يمكـن أن تعطى ٢٥ × ١٠^٤ خليه فى بحر ٦ ساعات (إنقسام كل ٢٠ د) ومن ذلك نرى أنه فـى ظرف ساعات قليله يصل عدد الخلايا إلى آلاف الملايين (تبعاً لحجم الجرعة) وهـذه الأعداد تسبب عبئاً فسيولوجياً على أنسجة وأعضاء العائل المصاب، مما يؤدى لظهور أعراض المرض.

٢- ضراوة (شدة خطورة) الميكروب Virulence

تتوقف شدة الحالة المرضية الحادثة على مدى ضراوة الميكروب وتقاس ضـراوة الميكروب أو يعبر عنها بإحدى المصطلحات التالية:

١- الجرعة المعديه Infectious dose (ID):

وهى عدد البكتريا المرضيه والتى لها القدرة على إحداث العدوى.

٢- الجرعة المهلكه ٥٠٪ Lethal dose (LD_{50})

وهى الجرعة أو المعلق البكتيرى الحى الحاوى على عدد من الجراثيم والذى إذا ما حقن (أو أعطى عن طريق الفم) فى مجموعة من حيوانات التجارب فإنه يؤدى بعد فترات محددة إلى موت ٥٠٪ من هذه الحيوانات.

٣- الجرعة المهلكة الصغرى (القاتله) Minimal Lethal dose (MLD)

وهى الجرعة أو المعلق البكتيرى الحى الحاوى على أقل عدد من الجراثيم اللازمه لقتل ١٠٠٪ من الحيوانات المختبرة، وجدير بالذكر أن هذه الطريقة لاتحبذ الآن، لأنها تحتاج لمهارة عالية، وخشية الوقوع فى الخطأ أثناء القيام بالتجربه، ولوجود عدة عوامل تتداخل مع النتائج منها ما يختص بطبيعة نمو الميكروب.

٤- الجرعة المؤثرة ٥٠٪ Effective dose (ED_{50})

وهى الجرعة أو المعلق البكتيرى الحى الحاوى على عدد معلوم من البكتريا، يمكن لها إذا ما أعطيت لمجموعة معينه من حيوانات التجارب من نفس النوع وذات مواصفات خاصه أن تؤدى إلى ظهور أعراض مرضية على ٥٠٪ من مجموع هذه الحيوانات.

٥- الجرعة المؤثرة ١٪ Effective dose (ED1)

وهى الجرعة أو المعلق البكتيرى الحى الذى يحتوى عدد معلوم من البكتريا، يمكن لها إذا ما أعطيت لمجموعة معينه من حيوانات التجارب من نفس النوع وذات مواصفات خاصه أن تؤدى إلى ظهور أعراض المرض على ١٪ من مجموع هذه الحيوانات.

ويلاحظ أن طريقتى الجرعة المؤثرة ٥٠٪، ١٪ تعد أكثر إقتصاداً لعدم موت الحيوانات فيهما

العوامل المحددة لضراوة الميكروب:

تتأثر مدى ضراوة الميكروب بعوامل منها:

١- العوامل البيئيه: كإستخدام المستحضرات المضادة للميكروب، والحرارة العاليه. وتستخدم هذه العوامل كوسيلة لنقص درجة ضراوة الميكروب صناعياً لإستخدامه فى تحضير Vaccines المستخدمه فى الوقايه العلاجيه لعدد كبير من الأمراض المعديه.

٢- النظم الهجومية للميكروب: وتتمثل هذه النظم فى الوسائل التى يهاجم بها الميكروب العائل، وتزيد من قدرته على إحداث العدوى ومنها قدرة الميكروب على إنتاج التوكسينات، وقدرته على إنتاج الكبسولات (محفظه)، وقدرته على غزو أنسجة العائل وإنتاج العاديات.

٣- النظم الدفاعية للعائل: وهى النظم التى يحاول بها العائل دفع الضرر الناشئ عن مهاجمة الميكروب له، أى طرق مقاومته للميكروب وسمومه. ومنها النظم الدفاعية غير المتخصصه، والنظم الدفاعية المتخصصه أى ما يعرف باسم المناعة.

ونستعرض فيما يلى أهم النظم الهجوميه للبكتريا والنظم الدفاعية للعائل.

أولاً : النظم الهجوميه للبكتريا

وتتمثل هذه النظم فى:

١- قدرة البكتريا على إنتاج السموم البكتيريه: Bacterial toxins

تنتج جميع البكتريا المرضيه مجموعه من السموم تعرف بالسموم البكتيريه أو التوكسينات البكتيريه وتنقسم التوكسينات البكتيريه إلى توكسينات خارجيه Exotoxins وأخرى داخلية Endotoxins

أولاً : التوكسينات الخارجيه Exotoxins وتتميز بالخواص التاليه:

١- سموم تفرز خارج الخلية، وتتميز بسرعة إنتشارها من الخلية إلى الوسط المحيط بها كالغذاء كما فى حالة التسمم البتشيولينى (Botulism) بفعل بكتريا *Cl. botulinum*، أو يفرزها الميكروب فى جسم العائل مثل: الدفتريا (Diphtheria) بفعل بكتريا *Corynebaterium diphtheriae*.

٢- يمكن فصلها بالترشيح من الخلايا البكتيريه (البيئة) وقد أمكن فصل العديد منها بصورة نقيه بالترسيب (الترسب بحمض TCAA – الترسيب الملحى Salting out بكبريتات الأمونيوم) ثم إدمصاصها على مواد مختلفة.

٣- عبارة عن بروتينات مرتفعة الوزن الجزيئ، قد يصل الوزن الجزيئ لبعضها إلى مليون دالتون (السم البتشيولينى A). لبعضها خواص الإنزيمات فتحلل مركبات هامه حيويه فى خلايا نسيج العائل مما يؤدى لظهور المرض، وبعضها مواد بروتينيه غير أنزيميه إما أن تهدم بأنزيمات الهضم المحلله للبروتين، وبذا لاتؤثر على العائل إذا أخذت عن طريق الفم مثل سم الدفتريا Diphtheriae toxin، وبعضها مواد بروتينيه لا تهدم بالأنزيمات الهاضمه مثل التوكسينات التى تنتجها *Clo. botulinum*، Pathogenic staphylococci وهذه تحدث تسمماً intoxication عند تناولها عن طريق الفم.

٤- مواد عالية السميه حتى مع الجرعات الصغيرة جداً خاصة إذا كان التوكسين فى صورة نقيه فمثلاً (ملليجرام واحد من سم الدفتريا يقتل ٤٫٥ $١٠^{٧}$ خنزير غينيا؛ ملليجرام واحد من السم البتشيولينى يقتل $١٠^{٩}$ فأراً أبيض، بل أن ٣ كجم من السم البتشيولينى A يكفى لقتل جميع سكان الأرض).

٥- تتميز بتخصصها في إصابة عضو أو نسيج معين، فبعضها يؤثر على الجهاز العصبى وتسمى سماً عصبياً nervotoxin مثل السم البتشيولينى، وسم التيتانوس tetanus toxin والأخير تسببه بكتريا *Cl. tetani* وبعضها يؤثر على الجهاز الهضمى ويسمى سماً معوياً enterotoxin مثل سم الكوليرا (vibro cholerae) والتسمم العنقودى Staphylococcal food poisoning الذى تسببه pathogenic staphylococci وبعضها يؤثر على الخلايا ويقتلها ويعرف بالسم الخلوى cytotoxin مثل سم الدفتريا والذى يؤثر على الغده الكظريه adrenals وعضلة القلب cardiac muscle.

٦- بعضها حساس للحرارة heat labile يتلف ٦٠ – ٨٠ مْ / ١٠- ٦٠ د، كما يتكسر حالاً بالغلى، ولكنها أكثر ثباتاً فى الحاله الجافة، كما أن إضافة السكر يزيد من مقاومتها للحرارة. وفى نفس الوقت فهى ضعيفه الثبات تجاه الضوء والأكسجين، ولذا فقد تفقد سميتها بالتخزين لفترات طويله، كما تؤدى الأوساط الحامضيه إلى إبطال سميتها وذلك نتيجة حدوث تغير فى طبيعتها، كما تفقد سميتها تحت تأثير

الفورمالين، فتوكسين الدفتريا يفقد خاصية السميه فى مدة (٣٠ يوم) على حرارة ٣٠ - ٤٠ مْ فى محلول ٠,٣ - ٠,٤٪ فورمالين، حيث يتحول التوكسين إلى مادة غير سامه تسمى توكسيد toxid ذات خواص أنتيجينيه تستخدم vaccine لوقاية الأشخاص المعرضين للأصابة بالدفتريا، حيث تحفز جسم العائل على إنتاج أجسام مضادة فى الدم عالية النشاط highly active antibodies، لها القدرة على معادلة التوكسين فتعمل كمضاد للتوكسين antitoxin.

ثانياً:التوكسينات الداخلية Endotoxins

وهى تمثل معظم التوكسينات البكتيريه خاصة البكتريا الساليه لصبغة جرام إذ تكون جزءاً من الجدار الخلوى للبكتريا، حيث ترتبط به إما إرتباطاً ضعيفاً، ونحصل عليها بالأستخلاص بالأحماض والقواعد الضعيفة، وإما إرتباطاً قوياً ولإستخلاصها تكسر الخلايا بوسائل ميكانيكية كالذبذبات فوق الصوتيه ultrasonic vibration أو التجميد والتسييح، أو تستخلص بالهضم بالإنزيمات أو الكيماويات.

وتركيبها إما مواد بروتينيه أو معقد من البروتين والفوسفوليبيدات والسكريات العديدة وتسمى معقد lipo-polysaccharide protein complex، والمعقد يوجد غالباً فى البكتريا السالبة لجرام وكذا بكتريا الحميات المعويه enteric fevers إذ تتكاثر بدرجة كبيرة فى أنسجة العائل وتتوغل فيه وتنطلق منها هذه السموم بعد موتها وتحللها.

وهى أقل سميه إذ لايظهر أثرها السام إلا مع الجرعات الكبيرة. وتفقد سميتها جزئياً تحت تأثير الفورمالين والحرارة، إلا أنها ثابته حرارياً، فبعضها يقاوم الغليان والتعقيم ١٢٠مْ / ٣٠ د. وغالباً لا تكون توكسيد toxid كما أنها ضعيفة التخصص. ومن أعراضها عادة التأثير الرافع للحرارة pyrogenic effect فحقن ٢ x ١٠$^{-٣}$ ميكروجرام لكل كجم من وزن الجسم يؤدى لرفع حرارة الجسم خلال ١٥ د، وتعزى قدرة هذه السموم على إحداث حالات الحمى pyrogenicity والتسمم toxicity إلى الجزء lipo-polysaccharide، بينما تعود الخواص الأنتيجينيه إلى الجزء البروتينى.

ويمكن أعتبارها أنتيجينات جزئيه أو ناقصة partial antigen وتعرف هذه الأنتيجينات باسم Haptenes ولاينتج عنها أجسام مضادة antibodies إلا بارتباطها ببعض المواد الأخرى الموجودة بجسم العائل لتعطى أنتيجين جديد يحث الجسم على إنتاج الأجسام المضادة.

بعض الملاحظات:

ملحوظة (١): تختلف السموم البكتيريه عن السموم الفطريـــه mycotoxins فالـــسموم الفطريه عبارة عن نواتج تمثيل ثانويه للفطريات عند نموها على المواد الغذائيه ولذا توجد فى جراثيم الفطريات أو فى البيئة التى تنمو عليها. وتعتبر الـــسموم الفطرية من أقوى السموم الميكروبيه المعروفه وهـــى تختلـــف عـــن الـــسموم البكتيريه فى أنها ذات وزن جزيئ صغير أقل من ٥٠٠ دالتون، وهـــى ســـموم غير أنتيجينيه أى لا تحفز الجسم على تكوين أجسام مضادة، كما أنهـــا أكثـــر تعقيداً من الوجهه الكيميائيه، وأكثر مقاومة للحرارة بدرجة يصعب معها إتلافها بالحرارة التقليديه المستخدمه فى التصنيع والطهى.

ملحوظة (٢): الأنتيجينات أو المستضدات antigen أو مولدات المناعـــة immunogen عبارة عن مواد عضوية كبيرة الوزن الجزيئ، معقدة التركيب إما بروتينات أو معقد من الليبيدات والسكريات العديدة والبروتين lipo-polysaccharide protein complex هذه المواد عند دخولها الجسم عن طريق الفم أو الحقن تحفز الجهـــاز المناعى إلى إنتاج أجسام مضادة antibodies ويمكن تقسيم الأنتيجينات إلى:

أ- أنتيجينات كاملة Complete antigen

وهى المواد التى ينشأ (عنها عند دخولها الجسم مباشرة إلى) إنتـــاج أجـــسام مضادة لها القدرة على التفاعل معها سواء داخل الجسم أوخارجـــه فعنـــد خلط محلول من الأنتيجين بنسبة صحيحة ملائمه مع المصل المضاد فإنـــه يتكون راسب. والأنتيجينات الكاملة تشمل:

١- بروتينات: مثـــل الريبونيـــوكليز ribonuclase والليـــسوزيم lysozyme ألبيومين البيض albumin وألبيومين المصل serum albumin.

٢- بكتريا أو مشتقاتها مثل الأنتجين الرئيسى (الجـــسمى) somatic antigen والأنتجين السوطى flagellar (H) antigen وهو النـــاتج مـــن الـــسلاله المتحركه، الأنتجين الكبـــسولى K(V1) antigen وهـــو الموجـــود فـــى الكبسولة المحيطة بالخلية البكتيريه..

٣- الفيروسات ومشتقاتها.

ب - أنتيجينات جزئيه Partial antigen (ناقصه):

وتعرف باسم haptenes وهذه عبارة عن ليبيدات وكربوهيدرات معقدة عند دخولها الجسم لاينتج عنها أجسام مضادة إلا بارتباطها بمواد أخرى بالجسم.

ملحوظه (٣): الأجسام المضادة Antibodies هى مواد بروتينيه موجودة فى مصل الدم، وتعرف بجلوبيولينات المناعة، تنتجها الخلايا المناعيه immunity cells (أى الخلايا المولدة للأجسام المضادة) إستجابة لدخول الأنتيجينات إلى الجسم ويتولد منها فى المصل خمسة أنواع هى IgM, IgA, IgG, IgE, IgD وتتوقف كفاءة الأنتيجين (المستضد) على تحفيز الجهاز المناعى على عدة عوامل منها:

١- حجم الأنتيجين: تزيد كفاءة الأنتجين على تحفيز الجهاز المناعى بزيادة حجم الأنتجين فمثلاً الألبيومين (وزنه الجزيئ يفوق ٦٠,٠٠٠ دالتون) يعتبر أنتجين قوى بينما الأنجيدتنين (وزنه الجزيئ ١٠٣١ دالتون) يعتبر أنتيجين ضعيف.

٢- التركيب الكيماوى للأنتيجين: كلما زاد تعقيد الأنتيجين زاد تحفيز الجهاز المناعى.

٣- درجة الغرابة: كلما زادت درجة غرابة الجسم الغريب (الأنتيجين) زاد تحفيز الجهاز المناعى.

٢- قدرة البكتريا على إنتاج كبسولات capsular material

لبعض البكتريا المرضيه مثل *Bacillus anthracis* (الجمرة الخبيثه والحمى الفحميه anthrax)، *Cl. perfringens* (التسمم البرفرنجى perfringens food poisoning)، *Brucella spp* (الحمى المتقطعة tularaemia) القدرة على إنتاج كبسولات حول نفسها داخل جسم العائل (إنسان أو حيوان)، وهذه الكبسولات تحمى البكتريا من البلعمه (الإبتلاع) phagocytosis، وكذا من الأجسام المضادة antibodies، فمثلاً وجد أن بكتريا الجمرة الخبيثه ذات الكبسولة (مكبسلة) أشد ضراوة more virulent عن غير المكبسلة، وقد يرجع ذلك لوجود شحنات على هذه الكبسولات مشابهه لتلك الموجودة على الأغشية البلازميه للخلايا البلعميه، مما يؤدى إلى التنافر والأبتعاد عن بعضها، كما أن بعض البكتريا ذات الكبسولة قد تبتلعها الخلايا البلعميه، غير أنها لا تهضمها بل تتكاثر بداخلها وتحطمها وتخرج البكتريا سليمه

لتبتلعها خلية بلعمية أخرى وهكذا وتعرف هذه الظاهرة بالبلعمه غير الكاملة Incomplete phagocytes.

٣- قدرة البكتريا على غزو الجسم Invasive properties of pathogenic bacteria

تنتج بعض البكتريا المرضيه مواد تزيد من الفعل الموضعي الأولى على الأنسجة، مما يؤدى إلى نخر تلك الأنسجة ومساعدة البكتريا على غزو جسم العائل ومن هذه المواد:

أ – محللات كرات الدم الحمراء Haemolytic

ومنها haemolysins δ، ४، β، α: غير معروف بالضبط دورها على الخلايا الحمراء، فالبعض يعتبرها إنزيمات والبعض الأخر ينكر عليها الخاصة الأنزيميه. ويقدر نشاطها haemolytic activity بقياس درجة التحلل الحادث لبيئة تحتوى كرات الدم الحمراء، والبكتريا المنتجه لـ α - haemolysin تكون مستعمرات خضراء أو خضراء داكنه على أجار الدم، بينما تتكون مناطق شفافه حول مستعمرات البكتريا المنتجه لـ β - haemolysin عند نموها على أجار الدم.

ب – محللات أنسجة الجسم وتسمى بالعوامل الناشرة Spreading factors

وهى أنزيمات أو مواد لها خواص الأنزيمات تحدث موت موضعى necrosis (نخر) للنسيج العضلى ومنها:

١- hyaluronidase الذى يحلل حمض هياليرونيك hyaluronic acid، والذى يطلق عليه الحاجز الواقى للأنسجة الضامه إذ يمنع نفاذ أى مادة غريبه ومنها البكتريا إلى هذه الأنسجه.

٢- Lecithinase, mucinase, collagenase حيث يقوم الأول والثانى بإتلاف الأنسجه الرابطة (الضامه) connective tissues للعضلات (مثل الكولاجين) ويقوم إنزيم Lecithinase C بإذابة الليثسين الموجود فى غشاء ألياف العضلات Membrane of muscle fibers.

ملحوظه: يوجد ٣ أنواع من Lecithinase هى A فى سم الحيه والعقرب والنحل و B يوجد فى بعض النباتات، C فى كثير من الميكروبات المرضيه مثل *Clo. Perfringes* وغيرها من البكتريا المسببه للغرغرينا Gas gangrene.

٤- قدرة البكتريا المرضيه على إنتاج العاديات Bacterial aggressin

العاديات aggressins مواد تنتجها البكتريا المرضيه تعوق بهـا النظـام الـدفاعى للعائل مما يساعدها على غزو أنسجة العائل ومن أمثلتها.

أ- coagulase: تفرزه البكتريا العنقوديه *Step.aureus* إذ يقـوم الأنـزيم بتحويـل الفيبروجين إلى فيبرين يعمل شبكة تحمى الميكروب من الخلايا البلعميه. وفـى نفس الوقت فإن تجلط الفيبروجين يشارك فى تجلط البلازما مما يؤدى إلى تلف الأنسجه.

ب- Leucocidins: تقوم بدور يشبه دور الأنزيمات وتقتل الخلايـا البلعميـه مـن النوع (macrophages، monocytes) وتفرزهـا البكتريـا العنقوديـة وبعـض السلالات المرضيه من البكتريا السبحيه Streptococci.

ج- Toxins - لا، α: وهى تشبه فى دورها Leucocidins إذ تقتل الخلايا الدمويه البيضاء العملاقه leucocidal macrophage وتنتجها أيضاً البكتريـا العنقوديـه وبكتريا *Clo. Perfringens*.

ثانياً النظم الدفاعية للعائل (المناعة Immunity)

مقدمه:

المناعة لفظ مشتق من الكلمه اللاتينيه immunis أى خال من العلل، وقد تكون هذه الكلمه اللاتينيه مشتقه من اللغة العربيه من كلمة أمن أى عدم وجود ما يهـدد، فاللغـه العربية أقدم من اللاتينيه كما أن كلمة imn فى اللاتينيه يقابلها فى العربيه الألف والميم والنون.

ومن الناحية الطبيه تعنى المناعة مقاومة الجسم للكائنات المرضية التى يتعـرض لها، وكذا مقاومة الجسم لسموم هذه الكائنات.

وسوف نتناول هنا موضوع المناعة من محورين هما: الجهاز المنـاعى (جهـاز المناعة) Immune system وأنواع المناعة.

أ- الجهاز المناعى Immune system

تعريف الجهاز المناعى:

هو الجهاز المسئول عن حماية الجسم من الأمراض، إذ يقوم بالدفاع عن الجسم ويمنع ملايين الكائنات الحيه والأجسام الغريبة من إختراق الكائن الحى.

خصائص الجهاز المناعى:

١-التخصص: بمعنى ان الشخص الذى لديه مناعة ضد مرض معين ليس من الضرورى أن يكون محصناً ضد مرض أخر.

٢-التمييز بين الذات والغير Discrimination between self and non ñself أى يميز بين الكائنات الغازيه وبين مكونات الجسم الطبيعية.

٣-الذاكرة Memory: بمعنى ان لجهاز المناعة القدرة على الإحتفاظ بأرشيف كامل لكل الأجسام الغريبه (ميكروبات وغيرها) التى تعامل معها على مدار السنين السابقه، بحيث عند تعرض الجسم لنفس الميكروب مرة أخرى فإن جهاز المناعة سيكون عنده السلاح المناسب للقضاء على هذا الميكروب فى الحال، وهذا ما يفسر أن بعض الأمراض الميكروبيه المعديه لايصاب بها الإنسان إلا مرة واحدة من عمره مثل مرض الحصبه والكوليرا والغدة النكفيه وغيرها.

فعند دخول أى أنتيجين (جسم غريب) للجسم لأول مرة فإن الجهاز المناعى للإنسان يكون أجساماً مناعية تصل أقصاها خلال مدة معينه فإذا أصيب الإنسان بنفس الأنتيجين مرة ثانية فإن الجهاز المناعى يكون أجساماً مناعية تصل عشرة أضعاف ما حدث فى المرة الأولى وفى مدة أقل وقد تكون الذاكرة مستمرة طول الحياة.

سبب الإهتمام بدراسة الجهاز المناعى: من أسباب الإهتمام بالجهاز المناعى

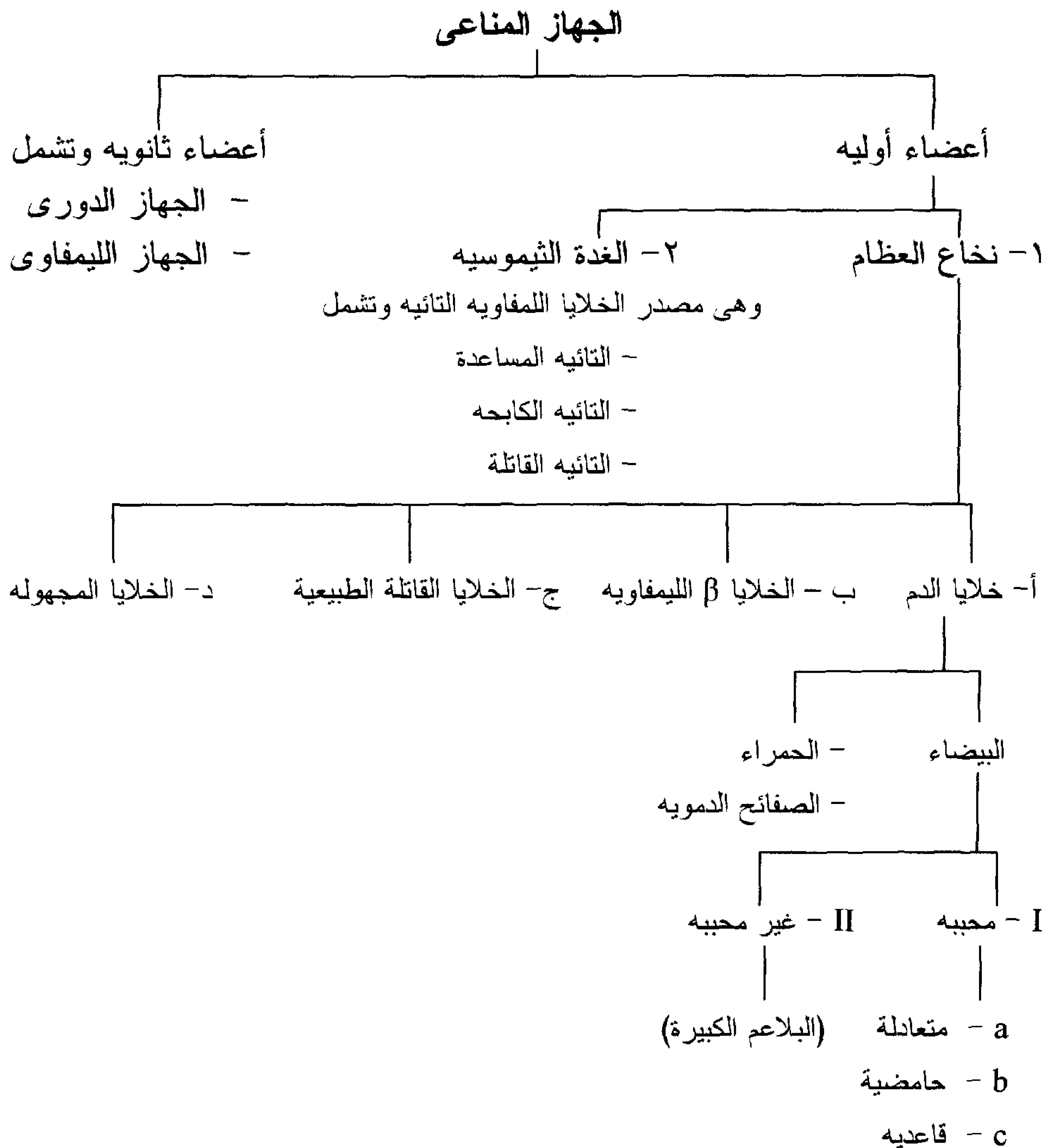
١- إنتشار مرض نقص المناعة المكتسبه (الإيدز).

٢- زيادة أمراض الحساسيه.

٣- إمكانية تطويع الجهاز لعلاج بعض الأمراض، وتحسين نتائج زراعة الأعضاء.

تركيب الجهاز المناعى:

يتكون الجهاز المناعى من أعضاء وخلايا تعمل مع بعضها فى تناسق تام أشبه ما يكون بفريق الموسيقى، فرغم أن كل فرد (خليه) فى الفريق (الجهاز) له عمل محـــدد، إلا أن الجميع متعاونون، فإذا لم يتقن أحد الأفراد (الخلايا) عمله كانت النتيجة حــدوث نشاذ فى العمل وقد يتلف الجهاز. ويوضح التخطيط التالى أعــضاء وخلايــا جهـــاز المناعة.



I- الأعضاء الأولية Primary organs: وهى تتكون فى المراحل الأولى من نمو الجنين حيث تتحول بعض الخلايا الطلائيه إلى خلايا شبه أميبيه لاتدخل فى بناء الأعضاء ومنها يتولد النخاع والغدة الثيموسيه.

١- نخاع العظام Bone Marrow

وفيه يتم تصنيع خلايا الدم وخلايا β الليمفاويه β – lymphocytes والخلايا القاتله الطبيعية والخلايا المجهولة.

أ- خلايا الدم: وتشمل الصفائح الدمويه وكرات الدم الحمراء والبيضاء.

ويقع على خلايا الدم البيضاء عبء الدفاع المباشر عن الجسم ضد الميكروبات، عن طريق إلتهامها فهى خلايا ملتهمه phagocytes وتنقسم إلى:

I- خلايا محببه Granulocytes ويطلق عليها أيضاً الخلايا البيضاء مشكلة النواه polymorphonuclear leucocytes وهى من اكثر الخلايا البيضاء إنتشاراً. تتكون من سيتوبلازم محبب ونواة متعددة الفصوص وتشمل:

a. خلايا متعادلة الصبغ Neutrophil: تحتوى نوعين مميزين من الحبيبات، الحبيبات الإبتدائيه أو الليسوسومات وهذه تحتوى إنزيمات ميلوبيروكسيديز والهيدروليز الحمضى، والحبيبات الثانويه وتحتوى إنزيمات الفوسفاتيز القلوى والليسوزيم والأمينوببتديز ووظيفتها عملية الإلتهام (البلعمه).

b. خلايا حامضية الصبغ Eosinophil: تحتوى نواة أقل تفصصاً من الخلايا المتعادلة ومن وظائفها الألتهام (بكفاءة أقل من الخلايا المتعادلة)، إبطال مفعول عوامل الإلتهاب المنبعثة من الخلايا القاعديه.

c. خلايا قاعدية الصبغ Basophil: أقل عدداً من النوعين السابقين، نواتها على شكل حرف S، لها قدرة إلتهاميه بسيطة تحتوى سيتوبلازم ذو حبيبات كبيرة تفرز مواد كيماويه عند تعرضها لإجسام غريبه، وهذه المواد المنبعثه تسبب أعراض الحساسيه (إحمرار ــ هرش ــ إنخفاض ضغط الدم).

II – خلايا غير محببه Agranulocytes: وتسمى أيضاً الخلايا أحادية النواه Mononuclears، والنواه دائريه تقريباً ومنها البلاعم الكبيره Macrophage وهى

تحتوى على عدد كبير من الليسوسومات وجزء من الشبكة الأندوبلازميه المحببه (تصنع البروتين)، كما تحتوى نواه واحدة كبيرة كلوية الشكل أو منضغطة. وهذه البلاعم إما أن تكون غير بالغة وتوجد فى مجرى الدم وتسمى بالوحيدات، وإما أن تكون بلاعم بالغه وتوجد فى الأنسجة الضامه وتسمى خلايا نسيجيه، كما توجد مبطنه لجيوب الكبد وتسمى خلايا كويفر، وتوجد فى المخ وتسمى Microglia وتوجد فى الرئه وتسمى Alveolar macrophages.

ومن وظائف البلاعم الكبيرة:

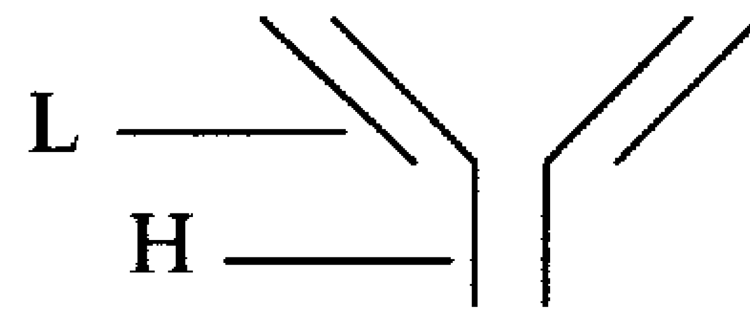
- إلتهام معقدات الأنتيجين والأجسام المضادة Antigen antibody complex.
- تنظيف بقايا أو حطام الخلايا العادية (الغازيه)، أى تنظيف بقايا المعركة، وذلك عن طريق إلتهام وتحليل هذه الخلايا إلى مكوناتها الأصلية مستخدمه فى ذلك إنزيمات التحلل.
- إفراز مركب كيماوى هو إنترليوكين Interleukin الذى ينشط تكاثر وتشكيل خلايا β (β – cells).

ب – خلايا β الليمفاويه β - lymphocytes

تفرز هذه الخلايا فى الدم بعد تصنيعها فى نخاع العظام، وتكون فى صورة غير ناضجة (أى ليست لها القدرة على الإستجابه للأنتيجينات)، وتدور هذه الخلايا β – cells فى الدم واللمف وتكمل نموها (نضجها) بعد ١– ٣ أيام وتصبح قادرة على الإستجابة للأنتيجينات، حيث يتكون عليها أثناء عملية النضج نوعاً خاصاً من المستقبلات التى ترتبط بنوع واحد من الأنتيجينات (تخصص)، وتدور خلايا cells – β فى الدم وتستقر فى الأنسجة الضامه والأعضاء الليمفاويه، ومن خصائص هذه الخلايا:

- الحركة النشطة والشكل الدائرى وإحتوائها نواه كبيرة تشغل معظم الخلية.
- مسئوليتها عن المناعة فى الدم Humoral immunity عن طريق إرتباط الأنتيجين على β – cells السابق برمجتها فى نخاع العظام، وبعد هذا الإرتباط تبدأ خلايا β – cells فى الإنقسام لتكون خلايا يتميز بعضها إلى خلايا بلازميه بها شبكة إندوبلازميه.
- عند إصطدامها بالأنتيجين تنشط لتفرز جلوبيولينات المناعة (أجسام مضادة).

- وتنتشر هذه الجلوبيولينات فى كل أجزاء الجسم، ولها وظائف متعددة، فلكل مجموعة منها موقع متخصص فعال Effector domains وهناك خمس مجاميع رئيسيه من هذه الجلوبيولينات، وذلك تبعاً لتتابع الأحماض الأمينيه فى السلسلة الثقيلة Heavy chain فجزئ الجلوبيولين يظهر تحت المجهر الإلكترونى فى شكل ٧ له ذراعان وعند تحلله يعطى ٤ سلاسل عديدة الببتيدات سلسلتان لهما حجم كبير



ويطلق عليها السلاسل الثقيلة Heavy chain ويبلغ الوزن الجزيئ ٥٠,٠٠٠ دالتون لكل سلسله، أما السلسلتان الأخرتان فهما من النوع الخفيف light chain ويبلغ الوزن الجزيئ لكل سلسله ٢٥,٠٠٠ دالتون. والمجاميع الخمس الرئيسيه لجلوبيولينات المناعة هى IgD, IgM, IgG, IgA, IgE كما يلاحظ وجود عدد من تحت المجاميع. والفروق الأساسيه بين المجاميع الخمسه فهى فروق فى السلسلة الثقيلة المكونه لها ويبين الجدول التالى جدول (٧) أنواع وأهم وظائف هذه الجلوبيولينات.

جدول (٧) أنواع وأهم وظائف جلوبيولينات المناعة

مجموعة الجلوبيولين	موقعه ووظائفه
IgD	يوجد على سطح العديد من خلايا β - cells يعمل كمستقبل للمستضدات ــ يتحكم فى نشاط خلايا β - cells ــ متوسط بقائه فى مصل الدم ٢ ــ ٣ يوم.
IgM	يوجد على سطح العديد من خلايا β - cells وفى بلازما الدم، يعمل كمستقبل للأنتجينات على سطح β - cells ــ يعتبر مادة لاصقه قويه ــ يحتل المركز الثانى من حيث التركيز فى مصل الدم.
IgG	هو الجلوبيولين المناعى السائد فى بلازما الدم ــ يمثل حوالى ٧٥٪ من تركيز الجلوبيولينات ــ يمكن أن يمر من خلال المشيمه نظراً لصغر حجمه ــ مسئول عن حماية الرضع من الأمراض لمدة ٦ شهور بعد الولادة ــ يوجد من ٤ فئات هى IgG_1 , IgG_2 , IgG_3 , IgG_4

مجموعة الجلوبيولين	موقعه ووظائفه
IgA	يسمى بالجلوبيولين المناعى الإفرازى secretory immunoglobulin يفرز من خلايا البلازما plasma cells الموجودة فى كل من الجهاز الهضمى والتنفسى والبولى والتناسلى فيحمى الأنسجة الطلائية المبطنه لهذه الأجهزة من إلتصاق البكتريا بأسطحها ــ يمثل أهميه كبيرة فى حماية القنوات المعويه والتنفسيه والبوليه والتناسليه.
IgE	يوجد بتركيزات منخفضه جداً فى مصل الدم ــ ويفرز من خلايا البلازما plasma cells فى الجلد واللوزتين والجهاز الهضمى والتنفسى ــ مسئول عن تفاعلات الحساسيه إذ يلتصق بالخلايا القاعديه basophils مما يؤدى إلى إنطلاق المواد المنشطة للأوعيه الدمويه مثل الهستامين histamine الذى يسبب حدوث أعراض الحساسيه (طفح جلدى ــ هرش ــ ربو).

وبجانب خلايا الدم والخلايا البائيه يتولد فى نخاع العظام خلايا مناعية أخرى منها:

الخلايا القاتله الطبيعيه Natural killer (NK) cells والخلايا اللمفاويه Killer أو K- cells وقد تسمى أحياناً بالخلايا المجهوله Nullcells.

٢- الغدة الثيموسيه Thymus glanol

تتكون هذه الغدة فى الجنين وتكون كاملة التكوين عند الولادة وتصل إلى أقصى حجم لها عند سن البلوغ ثم تضمر بعد ذلك، وتقع هذه الغدة خلف عظمة القص فى أعلى منطقة الصدر قرب قاعدة العنق، وفيها يتم تصنيع الخلايا الليمفاويه التائيه T lymphocyte وسميت بهذا الأسم لإنها تنضج فى هذه الغدة بتأثير ما تفرزه هذه الغدة من هرمون Hymosin وتعتبر الخلايا الليمفاويه التائيه هى المسئولة عن مناعة الأنسجة فبعد نضج الخلايا الليمفاويه التائية فى الغدة الثيموسيه فإنها تترك الغدة وتدور فى الدم وكثيراً ما تستقر فى أعضاء أخرى خصوصاً الكبد والطحال spleen والعقد الليمفاويه lymph nodes مثل العقد الموجودة أسفل الإبط: وهى ترشح السائل الأتى من الذراعين، الموجودة أعلى الفخذ وهى ترشح السائل الأتى من الأرجل، الموجودة تحت السطح المبطن للأمعاء وتسمى Peyer`s patches وهى ترشح (تطرد) الأنتجينات التى

دخلت مع الغذاء أو التى جاءت من البكتريا الناميه فى الأمعاء ـ إلى الخارج لمنعها من دخول الجسم، ولا تفرز الخلايا التائيه أجساماً مضادة antibodies ولكنها تساعد الخلايا البائيه فى تكوينها وينتمى إلى الخلايا التائيه عدة أنواع من الخلايا منها:

أ- الخلايا التائيه المساعدة Helper T (Th) cells

I – تقوم بإفراز عوامل تنبه خلايا أخرى مثل الخلايا القاتله والخلايا الملتهمه الكبيره ومن هذه العوامل cytokenes السيتوكينات وهى مواد بروتينيه تشبه الهرمونات ووظيفتها تنظيم عمل الجهاز المناعى ومن أشهر هذه المواد.

١- الأنترفيرون: ومنها، ٧، β، α ويستخدم α فى علاج بعض أنواع سرطانات الدم وبعض أورام الفيروسات مثل إلتهاب الكبد المزمن النشط المصاحب للفيرس B أو C ولكن له بعض الأعراض الجانبيه التى تحد من قيمته العلاجيه مثل زيادة إنزيمات الكبد – هبوط الضغط وعدم إنتظام ضربات القلب – نقص كرات الدم البيضاء – الشعور بالإجهاد.

٢- الإنتركولينات: وهومجموعة من أهمها رقم ٢ ويستعمل فى علاج السرطان إذ يعمل على تدمير الخلايا السرطانيه دون الإضرار بالخلايا المحيطه بها.

II – تلعب دوراً هاماً فى معظم التفاعلات المناعية، وتعتبر هذه الخلايا هى هدف لفيروس الأيدز Human Immunode Ficiency Virus (HIV) لذا فإن فقد هذه الخلايا Th cells نتيجة الإصابة بفيروس HIV فإن ذلك يسبب فشل الجهاز المناعى وعدم أداء وظائفه وظهور أعراض مرض الأيدز Acquired immunode feciency syndrome.

III – وتشمل الخلايا المساعدة: خلايا مساعدة ١ th-1 تفرز انترليوكين، IL2، الانتروفيون، عامل تحلل الأورام، كما تشمل خلايا مساعدة ٢ th-2 وتفرز مجموعات أخرى من الإنترليوكينات 13 , 10 , 6 , 5 ,4.

ب – الخلايا التائيه المثبطه suppressor T (Ts) cells وهى تتخلص من الجزيئات الغريبه عن الجسم.

ج – الخلايا التائيه القاتله killer Tcells or cytoxic T (Tcx) cells وهى وحيدة النـواه وتعتبر خط الدفاع الأول لمراقبة الأورام والعـدوى وتـساعد β – cells علـى التفاعل مع الأنتجن. كما تقوم بعملية القتل بإفراز جزيئات سامه للخلية الهـدف، ولها القدرة على تحلل وإذابة جزء كبير مـن مختلـف أنـواع الخلايـا خاصـة السرطانيه.

II– الأعضاء الثانويـه أو النـسيج الليمفـاوى الطرفـى: Secondary organs, periopheral lymphoid tissue وتتكون من:

١ – الجهاز اللمفاوى:

واللمف عبارة عن سائل ينتقل من الدم إلى المسافات الموجـودة بـين وحـول الأنسجة وذلك فى أوعيه ليمفاويه رقيقه الجدر ومنها إلى أوعيـه أكبـر حيـث يدخل مرة أخرى إلى الدم والجهاز اللمفاوى هو الجهاز الذى يدور فيه اللمـف وأثناء دورانه يتم ترشيحه بواسطة العقد الليمفاويه والطحـال اللـذين يعتبـران مرشحين للدم.

٢ – الجهاز الدورى

العوامل المؤثره على كفاءه الجهاز المناعى

تتاثر كفاءة الجهاز المناعى بعوامل عديده من أهمها التغذيه والضغوط النفـسيه والحياه الاجتماعيه وممارسه الرياضه والعادات الصحيه والسلوكيه

اولاً: التغذيه وعلاقتها بكفاءة الجهاز المناعى

تتناول فى ذلك مكونات الغذاء الرئيسيه ودورها فى زياده كفاءة الجهاز المناعى:

١ – الكربوهيدرات

تعتبر الكربوهيدرات من أهم مصادر الطاقة اللازمه لعمل أجهزة الجسم ولكن مع الإعتدال فى تناولها حتى لا يخزن الزائد منها فى الجسم مما يؤدى الى الـسمنه والتى ثبت تأثيرها المثبط لجهاز المناعة.

٢ – البروتينات

تلعب البروتينات دورا هاماً فى زياده كفاءة الجهاز المناعى فهى:

أ- تدخل فى تكوين الاجسام المضاده (جلوبيولينات المناعه) والتى تفرزها الخلايا البائيه.

ب-تدخل فى تكوين انوية الخلايا المناعيه وبروتوبلازمها كما انها مسئوله عن تجديد هذه الخلايا.

ج-تدخل فى تكوين المركب البروتينى المكمل والذى له دور مهم فى التخلص من المستضدات ومساعدة الخلايا البلعميه فى إلتهام الاجسام الغريبه.

لذا فإن نقص البروتينات يؤدى لنقص المناعة الطبيعية عند الفرد والتى تمثل خط الدفاع الاول ضد المواد الضاره والميكروبات.

٣- الدهون

يحتاج الإنسان الى الدهون لما تؤديه من وظائف هامه فهى تدخل فى تركيب جدار الخليه وتكوين بعض الهرمونات مثل البروستاجلاتدين والذى له اهميه فى تنظيم الإستجابه المناعية والسيطره على ضغط الدم وحالات الإلتهاب، كما يحتاج الإنسان الى الدهون كمصدر للطاقه كما أنها ضروريه فى الغذاء لإذابة وإمتصاص الفيتامينات الذائبه فى الدهن k , E , D , A.

ورغم الفوائد السابقه للدهون والتى لا يحتاج لإدائها سوى قدر بسيط من الدهون فإن الزيادة فى تناولها يعمل على تقليل كفاءة جهاز المناعة لما يلى:

أ- تؤدى لإرتفاع مستوى الكوليسترول فى الدم مما يؤدى الى ضعف المناعة ويجب ان نشير هنا إلى أن دهون الاسماك والكائنات البحريه لاتؤدى الى زيادة نسبة الكوليسترول لاحتوائها على نسبه ضئيله من الاحماض الدهنيه المشبعه بجانب احتوائها على نسبه عاليه من الاحماض الدهنيه الغير مشبعه من النوع اوميجا ٣ وهذه النوعيه من الاحماض الدهنيه تقلل من مستوى الدهون الضاره وتحافظ على سيولة الدم وتمنع تجلطه .

ب- تؤدى زياده الدهون خاصة الغنيه بالاحماض الدهنيه المشبعه الى التقليل من الكفاءه المناعيه فهى تعمل على:

- النفاذ الى داخل الخلايا البلعميه فتفقدها قدراً من حساسيتها للأجسام الغريبه التى تهاجم الجسم.

- إضعاف قدره السيتوكينات على نقل الاشارات بين الخلايا نتيجه إختلال تركيب جدار الخلايا.
- إضعاف عمليه انقسام الخلايا الليمفاويه التائيه المساعده وبالتالى ضعف انتاج الاجسام المضاده فى حاله هجوم الاجسام الغريبه الضاره.

ج- تعتبر الدهون مصدراً من مصادر الشقوق الحرة المسببه لعمليات الأكسدة وإحداث تفاعلات كيميائيه داخل الخلايا الحيه فهى تعمل على حدوث طفرات تؤدى إلى الإصابه بالسرطان وإلى ضعف الجهاز المناعى.

ويجب التنويه هنا إلى أن هذه التفاعلات الضارة يمكن تجنبها بواسطة تناول نوعيات معينه من الفيتامينات والعناصر المعدنيه مثل فيتامين B_2, E , C , A بيتاكاروتين ومن المعادن السيلينيوم فهذه المواد تتحد مع الشقوق الحرة الضارة وتحولها إلى مركبات غير ضارة وبالتالى توقف عملية الأكسدة لذا تسمى هذه المركبات مضادات الأكسدة ولهذه المضادات دوراً حيوياً فى زيادة كفاءة جهاز المناعة وتعتبر من أقوى مكسبات المناعة فلها القدرة على مقاومة المرض والعدوى والسرطان.

٤- الفيتامينات ومن أهمها فى هذا الشأن:

أ- فيتامين A (أ)

أحد مضادات الأكسدة التى تقى الجسم من الأمراض، كما أنه يعمل كمنشط عام للجهاز المناعى، ويعمل على زيادة الخلايا القاتلة الطبيعيه والتى تعمل على مقاومة تكوين الأورام، كما يعمل الفيتامين على منع تكوين الكوليسترول فى جدر الشرايين التاجيه ونقص هذا الفيتامين يؤدى إلى ضمور الغدة الثيموسيه وبالتالى نقص وظائف الخلايا المناعيه. ويؤثر على مستوى الجسم المناعى IgA.

ب- فيتامين B_2 (ب ٢) الريبوفلافين

له فعل مضاد للأكسدة ونقصه يؤدى إلى إنخفاض عدد الخلايا التائيه والبائيه وقدرة الخلايا المناعية على الإنقسام خاصة الخلايا القاتلة الطبيعيه والهامه فى مواجهة العدوى والسرطان، كما يؤدى نقصه إلى إضطراب فى العقل وضعف

القلب. وبجانب ما سبق للفيتامين دور أساسى فى تمثيل النشويات وإطلاق الطاقة، ويدخل فى تركيب إنزيم بيروفيك ديهيدروجينيز pyruvic dehydrogenase الذى يقوم بنزع Co_2 من حمض البيروفيك لتكوين أستيل كوإنزيم A والذى له دور فى دورة كريبس kreb`s cycle.

ج- فيتامين C (ج) يمكن تلخيص أهميته فيما يلى

- يقلل من الأكسدة التى تحدث داخل الخلايا لذا فهو من أهم مضادات أكسدة الخلايا التى يمكن الحصول عليها من خلال الطعام.
- يزيد من مقاومة الجهاز المناعى للفيروسات مثل فيروس الأنفلونزا والبكتريا والخلايا السرطانية إذ أنه يزيد من نشاط الخلايا البلعميه والخلايا الليمفاويه وتكوين الأجسام المضادة.
- يزيد من قدرة الجسم المناعية فيقلل من الإحساس بالتعب المصاحب لنزلات البرد.
- ضرورى لتكوين الأنسجة خاصة النسيج الضام فله دور واضح فى تصنيع الكولاجين. كما يؤثر على نشاط عدد من الأنزيمات منها الكتاليز Catalase الأستريز esterase الأرجينيز arginase.

د- فيتامين E (هـ)

وجوده فى الغذاء يساعد على المحافظة على كفاءة جهاز المناعة عند كبار السن خاصة الخلايا الليمفاويه التائية المساعدة والتى لها أهميه فى مقاومة الإصابة بالأمراض وقتل الفيروسات والميكروبات.

هـ- فيتامين D (د)

يحفز الخلايا اللمفاويه والخلايا البلعمية المسئولة عن المناعة المكتسبة، كما أنه عامل أساسى للمناعه التى تقى الطفل من التعرض لمرض شلل الأطفال.

٥- العناصر المعدنية:

من أمثلة المعادن التى تعمل على زيادة كفاءة الجهاز المناعى.

أ- الزنك: يحافظ على الغدة الثيموسيه من الضمور والإنكماش لذا نقصه يؤثر فى إنتاج الخلايا المناعية التائيه والخلايا القاتلة الطبيعيه وبالتالى يؤثر فى دور هذه الخلايا فى مقاومة الخلايا السرطانية.

ب- الحديد: نقصه يؤدى إلى نقص قدرة الخلايا البلعميه فى قتل الميكروبات، قلة فاعلية الخلايا القاتله الطبيعية والخلايا المساعدة.

ج - السيلينيوم: ينشط أنزيم الجلوتاثيون بيروكسيديز الذى يعتبر من أهم الإنزيمات المضادة للأكسده ، كما أن الفيتامين ينشط إنتاج البروتين الدفاعى أنترفيرون والخلايا البائيه لذا فهو ضرورى لصحة وسلامة الجهاز المناعى .

٦- الأعشاب وزيادة كفاءة الجهاز المناعى

بجانب ما لمكونات الغذاء الأساسيه من تأثير على جهاز المناعة فإن هناك بعض الأعشاب تلعب دوراً كبيراً فى ذلك ومن أمثلة هذه الأعشاب:

١ - الثوم:

يزيد من نشاط الخلايا البلعميه والخلايا القاتله الطبيعية والتى تعمل على قتل ومقاومة الخلايا السرطانية كما أنه يحمى القلب من إرتفاع الكوليسترول فيجنبه الإصابة بتصلب الشرايين والذبحة الصدريه كما أن الثوم يحتوى مادة اليسين Alicin وبها مضاد حيوى ضد العدوى البكتيريه والفطريه.

٢- الزنجبيل:

يزيد من نشاط الخلايا القاعدية والتى لها أهمية فى تدفق الدم للأجزاء المصابة كما أنها تفرز الهيبارين عندما يصاب الفرد بإلتهاب والغرض من ذلك هو منع تجلط الدم لتسهيل حركة الخلايا، كما يقلل الزنجبيل من إنتاج البروستاجلاندين المسبب لحدوث الإلتهاب ويزيد من كفاءة وفاعلية الأنترفيرون مما يزيد من فاعلية مقاومة فيروس الإنفلونزا.

٣- القرنفل:

يعمل على مقاومة الأورام السرطانيه من خلال زيادة نشاط الخلايا القاتله الطبيعية والخلايا البلعميه الكبيرة والتى تعمل على تجديد الخلايا السرطانيه وبالتالى مقاومة نشاطها ثم إلتهامها. وللقرنفل فاعلية فى قتل البكتريا والطفيليات.

٤- العرقسوس:

يعمل على زيادة السيتو كينات بالأخص الأنترفيرون الفعال ضد الفيروسات والإصابه بإلتهاب الكبد الوبائى.

٥- الجنسنج:

عشب صينى يحتوى مواد تنشط الجهاز المناعى خاصة الخلايا التائيه وتزيد من قدرة الخلايا البلعميه على القيام بدورها.

ثانياً: العادات الصحية السلوكيه السلبيه وعلاقتها بكفاءة الجهاز المناعى

هناك بعض العادات الصحية والسلوكية السلبية والتى تعتبر مدمرات للجهاز المناعى ومن هذه العادات:

١- التدخين

يؤدى التدخين إلى ضعف القدرة المناعية خاصة ضعف الخلايا البلعمية الكبيرة، ضعف القدرة على إنتاج بروتينات السيتوكينات (موصلات الأوامر المناعية كيميائياً) وضعف الخلايا المتعادلة فى التصدى للأجسام الغريبه كل هذا يؤدى لجعل المدخن أكثر عرضة للإصابة بالأمراض خاصة أمراض الجهاز التنفسى ومنها سرطان الرئه والمرئ كما يؤدى التدخين إلى أمراض القلب وعدم إنتظام ضرباته وزيادة الإصابة بتصلب الشرايين والشعور بالأرق والصداع والدوخه.

٢- المخدرات

للمخدرات بأنواعها المختلفة من عقاقير منشطة، بانجو ومورفين وكوكايين، هيروين وحشيش، تأثير سلبى على أجهزة الجسم خاصة الجهاز المناعى، فتؤدى لضعف الجهاز المناعى بصفة عامة والخلايا البلعمية الكبيرة والقاتله الطبيعية بصفة خاصة، مما يعرض الإنسان للإصابة بالأمراض المعدية الفتاكه مثل السرطان والإيدز.

٣- الخمور

تتسبب شرب الخمور فى إنخفاض نشاط الخلايا الليمفاويه والبلعمية والخلايا القاتلة الطبيعية مما يؤدى إلى ضعف القوة الدفاعية للجهاز المناعى ويعرض مدمن الخمر للإصابه بسرطان الكبد والفم والمرئ.

٤- العقاقير

تعمل بعض العقاقير الطبيه على تثبيط الجهاز المناعى ومن أمثلتها الكورتيزون فهو يؤدى عند سوء إستخدامه لتثبيط المناعة رغم أهميته فى علاج بعض أمراض الحساسيه والربو والروماتويد.

٥- المضادات الحيويه

يؤدى إستخدام بعض المضادات الحيويه ولفترة طويلة إلى ضعف وتثبيط الجهاز المناعى ومن أمثلتها كليندامسين الذى يعمل على ضعف الموصلات الكيميائيه (السيتوكينات) وبالتالى عدم تمكن الخلايا المناعية من قتل الميكروبات.

ثالثاً: الضغوط أو المؤثرات النفسيه

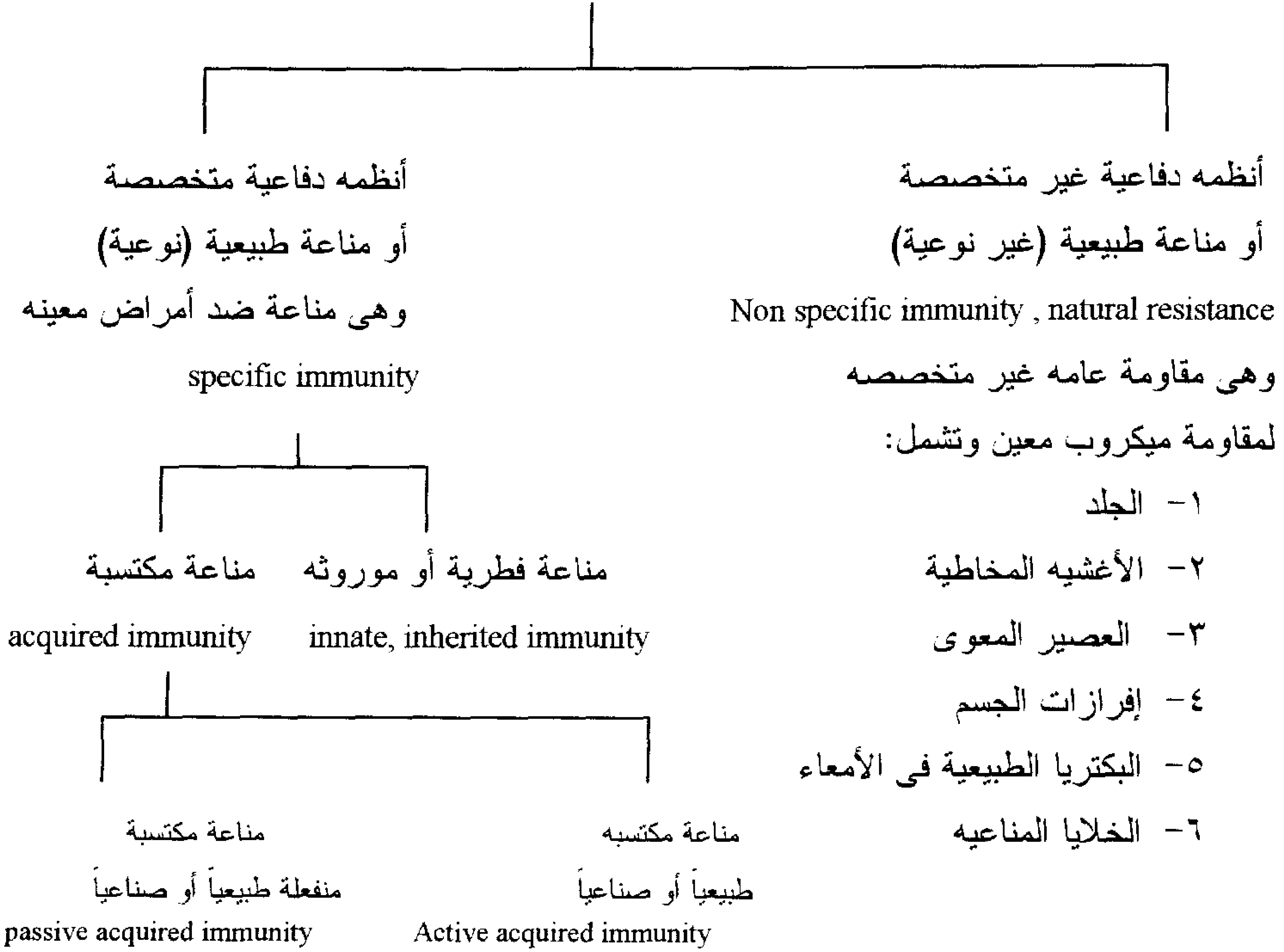
تؤدى الضغوط النفسية إلى ضعف الجهاز المناعى لما تحدثه من تغيرات فى هذا الجهاز منها:

إنخفاض مستوى الموصلات الكيميائيه (السيتوكينات) بين الخلايا وكذا الإنخفاض العام فى الإستجابة المناعية مع خلل وضعف فى وظيفة الخلايا التائيه المساعدة والخلايا البلعميه والخلايا القاتله الطبيعية.

لذا يجب على الإنسان إتباع مجموعة من الوسائل التى تساعده فى مقاومة الضغط النفسى ومن هذه الوسائل:

- الإسترخاء التام لإراحة الجسد والأعصاب، وأخذ حمامات من الماء الدافئ.
- الإختلاط بالأخرين والضحك والفكاهه تزيد من كفاءة الجهاز المناعى.
- ممارسة الرياضه المعتدلة بإنتظام تزيد من كفاءة الجهاز المناعى عن طريق رفع قدرة الخلايا الليمفاويه على الإنقسام وزيادة كفاءة الخلايا القاتلة الطبيعية على إلتهام وتكسير الخلايا السرطانية والأجسام الغريبه.
- العبادة حيث تشير الدراسات إلى أن الصلاة تزيد المناعة ضد الأمراض وقد يرجع ذلك إلى ما يعرف بسلطان العقل على الجسم من خلال الهرمونات الطبيعية التى يطلقها الدماغ فى الجسم.

ب- أنواع المناعة (أنواع النظم الدفاعية)



١- الأنظمه الدفاعية المتخصصه Specific immunity

ولهذه الأنظمة دور وقائى أو مناعى ضد أمراض معينة وتعد خط الدفاع الثانى وتنقسم المناعة التابعه لهذه الأنظمه إلى:

١- مناعة فطرية أو موروثه: Innate, inhereted immunity ومن أمثلتها:

- وجود مناعة داخل الجنس الواحد: وهى تختلف بإختلاف النوع أو السلاله فمثلاً الأمريكيون السود مقاومون للملاريا بينما ليس لديهم القدرة على تحمل اللاكتوز Lactose intolerance عكس الأمريكيون البيض.
- وجود مناعة فى أجناس معينة دون الأخرى: ومن أمثلة ذلك عدم إصابة الإنسان بطاعون البقر، وعدم إصابة البقر بالحصبة أو الزهرى فهذه الأمراض معدية للجنس البشرى (الإنسان) وغير معدية للحيوان.

٢- مناعة مكتسبة Acquired immunity وهى إما أن تكون:

أ- مناعة مكتسبة فعالة active وتحدث بفعل أنتجين وتقلل من معدل حدوث المرض وهى إما أن تكون:

- مناعة مكتسبة طبيعية: وتحدث عقب الإصابه بالمرض وبعد الشفاء منه كما هو الحال عند الإصابة بالحصبه - التيفود - الحمى القرمزيه، وهذه المناعة قد تكون مكتسبة طول الحياة أو لمدة محدده.
- مناعة مكتسبة فعالة صناعية: وتحدث نتيجة إستخدام vaccins كاللقاح ضد التيفود أو الجدرى أو الكوليرا أو الدفتريا.

ب-مناعة مكتسبة منفعلة passive وتحدث بفعل الأجسام المضادة الأتيه من مصدر خارجى وهى إما أن يكون:

- مناعة مكتسبة منفعلة طبيعية: ومن أمثلتها إنتقال الأجسام المضادة إلى الجنين عن طريق المشيمه أو عن طريق لبن الأم المحتوى على بروتينات المناعة (جلوبيولينات المناعة) وهذه المناعة مدتها قصيرة في المولود فبعد ستة أشهر تقريباً يفتقد الطفل لهذه المناعة ويحدث له كثير من العدوى (حصبه - دفتريا ...).
- مناعة مكتسبة منفعلة صناعية: ومن أمثلتها نقل بروتينات مناعية واقية للعلاج، كما هو الحال عند نقل نخاع عظام bone marrow إلى شخص يعانى من نقص المناعة مما يجعله قادراً على إنتاج الأجسام المضادة.

٢- الأنظمه الدفاعية غير المتخصصه Non ñ specific immunity

وهذه الأنظمه تقوم بمقاومة أى ميكروب فهى غير متخصصه لميكروب أو مرض معين وتعتبر خط الدفاع الأول ومنها:

- **الجلد:**

للجلد النظيف للإنسان السليم فعل مميت أو مضاد bactericidal لعديد من البكتريا مثل المسببه paratyphoid fever وكذا بكتريا salmonella of enteric fever

وبكتريا haemolytic streptococcus فغسل الأيدى لايساعد فقط على إزالة الميكروبات ميكانيكياً من سطح الجلد ولكنه يزيد أيضاً من قدرة الجلد المضادة للبكتريا، وذلك بما تفرزه الغدد العرقية الموجودة بالجلد من أحماض عضويه (دهنية - لاكتيك) تخفض الـ pH (٣ - ٥) مما يثبط من نمو البكتريا على سطح الجلد، وكذا بما تفرزه هذه الغدد من بعض الإنزيمات مثل الليسوزيم lysozyme الذى يحلل جدر الخلايا البكتيريه.

- **الأغشيه المخاطية:**

مثل تلك المبطنه للأنف والحلق والمسالك التنفسيه والقناه الهضمية فهى تحجز الكثير من البكتريا.

- **إفرازات الجسم:**

مثل اللعاب والدموع إذ تحتوى هذه الإفرازات على مواد مضادة للميكروبات من أمثلة:

- إنزيم الليسوزيم lysozyme: وهويوجد فى الدموع واللعاب (وكذا الدم واللبن وسوائل الأنسجة والأعضاء) وهو إنزيم يشبه ribonuclease ولليسوزيم دور فى هدم الخلايا البكتيريه التى تنفذ إلى الأغشيه المخاطية كما أنه يحمى قرنية العين، ووجوده فى اللعاب له أهمية فى مقاومة الميكروبات، وقد نلاحظ ذلك من قيام الحيوان المجروح بلمس جرحه بلسانه.
- Inhibin: وهويوجد أيضاً فى اللعاب وله تأثير bacteriostatic على بكتريا الدفتريا.
- Interferon: وهو بروتين تفرزه بعض الأنسجة وله فعل مميت للفيروسات.

كما أن حموضة وقلوية بعض هذه الإفرازات تثبط نمو الكثيرمن البكتريا.

- **العصير المعوى Gastric juice**

حيث يبلغ الـ pH لهذا العصير ~٢ نتيجة لما تفرزه المعدة من حمض Hcl وللعصير المعوي خواص bactericidal وتتوقف هذه الخواص على:

عدد الميكروبات التي دخلت القناه الهضمية فتزيد قدرة هذا العصير bactericidal مع قله هذه الأعداد.

معدل تفريغ المعده Rate of gastric emptying: فتزيد قدرة العـــصير bactericidal مع بطء تفريغ المعدة إذ يساعد ذلك علي تعريض الميكروبات فترة أطـــول لهـــذة العصارة.

السعة التنظيمية buffering لمحتويات المعدة من الغذاء: كلما كان الغذاء ذو ســعة تنظيمية قليلة، فأن ذلك يساعد علي توافر الظروف الحمضية بالمعدة مما يزيد من قدرة العصير bactericidal المثبطة.

مقدرة الغذاء علي حماية الميكروبات: يزيد دور العصير bactericidal مع قله مقدرة الغذاء علي حماية الميكروبات.

- **البكتريا الطبيعية بالأمعاء**

من المعروف أن الجنين قبل ولادته يعيش في ظروف معقمة، ويتعرض الطفل عند ولادته للتلوث بالميكروبات من امه من البيئه ويستوطن كثير من هذه الميكروبـــات القناه المعوية بسرعة ومن البكتريا التي عزلت من امعاء الاطفال عند الولاده الطبيعية مباشرة بكتريا تابعة لبعض الأجناس مثل جنس Bifidobacteria, Enterobacteria, lactobacillus.

ويترواح عدد البكتريا في أمعاء ومعدة الوليد بعد الولاده مباشرة من ٣ : ٥ خلايا، أما بعد الولاده القيصرية فعادة لا تحتوي أمعاء الوليد أيـــة بكتريـــا بعـــد الـــولاده مباشرة، وبعد ٢ – ٥ أيام تظهر بكتريا البفيدو Bifidobacteria فى براز الأطفـــال، فأفراد هذا الجنس أول من يستوطن القناه الهضمية (القولون)، وتصل نسبتها ٩٩٪ من البكتريا السائدة فى البراز بعد الأسبوع الأول من الولادة، وذلـــك فـــى أطفـــال الرضاعة الطبيعية نظراً لوجود مواد أولية مناسبه لنمو أفراد هذا الجنس فى لـــبن الأم مثل N- acetyl glucose amine وهذه المواد لاتوجد فى غير لـــبن الأم. ومـــع تقدم عمر الطفل وزيادة المواد الصلبة فى الغذاء يقل عدد البفيـــدو، ويـــزداد فـــى المقابل عدد البكتريا الأخرى، إذ يوجد فى القناة الهضمية أكثر من ٤٠٠ نوع مـــن البكتريا بعضها ضار، وبعضها له أدوار إيجابية فى وقاية الجسم والدفاع عنه ضد الميكروبات المرضيه ومن هذه الأدوار:

- منع الميكروبات الضارة المهاجمة Invasive harmful bacteria من تكوين مستعمرات فى القناة الهضمية وذلك عن طريق إحتلال الفلورا الطبيعية Indigenous flora للأماكن المتاحة للبكتريا المرضيه وذلك بسده لمواقع الإلتصاق Adhesion sites أو أماكن الإستقبال الخاصة بهذه البكتريا المرضية وهذا ما يسمى بمقاومة الفلورا الطبيعية المقيدة لإستيطان البكتريا الضارة colonization resistance وبذلك تكون البكتريا المقيدة (الفلورا الطبيعية) حاجزاً barrier يحمى الأنسجة المخاطية للجهاز الهضمى، هذا بجانب أن الفلورا الطبيعية تنافس الميكروبات الضارة فى الغذاء.
- إنتاج مواد مضادة للبكتريا الغازيه المهاجمه Invasive bacteria مثل بعض الأحماض العضوية (لاكتيك - خليك) وغاز فوق أكسيد الأيدروجين وأحماض دهنية طيارة وبكتريوسينات bacteriocins ومكونات نشطة بيولوجياً تعرف بأسم Biocins وقد ثبت أن لهذه المواد الأخيرة تأثيرًا مضادًا لنمو الخلايا السرطانيه Antitumorigenic وتأثيرًا مضادًا للكوليسترول Anticholesterolemic.
- تحسين الوظائف المناعية لأسطح الأغشية المخاطية حيث تقوم الميكروبات الطبيعية فى الأمعاء بتنبيه الجهاز المناعى الذى يحث الخلايا المناعية لإنتاج الجلوبيولين المناعى.
- تقوم بتكسير (تفكك) Deconjugation أملاح الصفراء اللازمه لنمو الميكروبات المهاجمه الضارة.

- **الخلايا المناعية Immunity cells**

سبق الحديث عنها.

ونتناول فيما يلى أهم وظائف هذه الخلايا.

وظائف الخلايا المناعية

١- إنتاج الأجسام المضادة خاصة جلوبيولينات المناعة Immuno globulins Antibodies ويقوم بهذا الدور مجموعة من الخلايا المناعية فى صورة مشتركة مع بعضها هى الخلايا التائية المساعدة (Th cells) والخلايا البائيه (B- cells) والخلايا التائيه الكابحة (Ts cells) كما يلى:

الخلايا التائيه المساعدة (Helper T (Th cells: يوجد علـــى ســـطح هـــذه الخلايـــا مستقبلات تستقبل الأنتجين الداخل إلى الجسم، وتكون معه معقد Antigen receptor complex، وتقوم بتسليم هذا المعقد إلى الخلايا البائيه B-cells والتى تسمى بالخلايا المولدة للأجسام المضادة.

الخلايا البائيه B- cells: تستقبل المعقد الناتج من الخلايا التائيه المساعدة (Th cells) وبعد إستقبالها لهذا المعقد تنقسم الخلايا البائيه B- cells لتعطى ما يعرف بالخلايـــا البلازميه والتى يتحرر منها جلوبيولينات المناعـــة (أهمهـــا ,IgM, IgA, IgG, IgE IgD) والذى يتحكم فى هذا التحرر هو الخلايا التائيه الكابحه (Ts cells).

الخلايا التائيه الكابحه (Suppressor T (Ts cells: تعتبر كصمام يسيطر (يتحكم) فى تحرير جلوبيولينات المناعة من الخلايا البلازمية.

أما عن الخلايا اللمفاويه القاتلة (Killer cells (K cells أو الخلايا المجهولـــة Null cells فموضوع وظائفها غير معروف بالضبط.

وفيما يلى بإختصار خطوات تكوين جلوبيولينات المناعة:

الأنتيجين تستقبله الخلايا التائيه المساعدة وتكون معقد، المعقـــد تـــستقبله الخلايـــا البائيه وتنقسم وتعطى خلايا بلازميه، الخلايا البلازميه تكون جلوبيولينـــات المناعـــة، جلوبيولينات المناعة المتكونه يتحكم فى إفرازها الخلايا التائيه الكابحه.

تعمل الأجسام المضادة فى أربع إتجاهات عن طريق أربع آليات هى:

أ- التعادل (التحييد) Neutralization

حيث ترتبط الأجسام المضادة مع الفيروسات فتمنـــع الفيروســـات مـــن الإرتبـــاط بمستقبلات أغشية الخلايا وبذا تمنع الفيرس من دخول الخلية كمـــا تقـــوم الأجـــسام المضادة بالإحاطة بالبروتين السام وتجعله غير فعـــال وبعـــد ذلـــك تقـــوم الخلايـــا الإلتهاميه Macrophages بابتلاع الفيروسات والسموم التى تم تحييدها.

ب- التجمع Agglutination

حيث يقوم الجسم المضاد بربط أكثر من أنتجين فى وقت واحد، حيث تتكتـــل هـــذه الأنتجينات مع بعضها ثم يتم إزالتها بواسطة الخلايا الألتهاميه Macrophaes ومثـــال ذلك IgM يستطيع ربط عشرة أنتيجينات فى وقت واحد.

ج- الترسيب Precipitation

حيث يقوم الجسم المضاد بتحويل الأنتجينات الذائبه (مثل البروتينات الذائبـــه) إلـــى صورة غير ذائبه ومن ثم يتم ترسيبها وإلتهامها.

د- التنشيط المكمل Complement actvation

وهو عبارة عن مجموعة البروتينات. حيث يقوم معقد الأنتجين مع الجسم المـــضاد Antigen - antibody complex بتنشيط هذا النظام المكمل فيتكون مركب يهاجم الغشاء Membrane - attach complex وهذا المركب المهاجم ينغمس فـــى غـــشاء الخليـــة فيرسب محتوياتها وتتضخم وتنفجر.

٢- مقاومة البكتريا:

ويقوم بهذا الدور الخلايا البلعمية او الإلتهاميه والتى منها البلعم الكبير (الملـــتهم) Macrophage وتوجد خلاياه فى الدم والأنسجة، والبلعم الصغير Microphage وتوجـــد خلاياه فى الدم بصفة خاصه وتعتبر عملية البلعمه Phagocytosis أقدم صورة معروفة من صور الدفاع عن طريق هدم أى مادة غريبه تدخل الجسم. وتحدث هذه العملية فى اربعة مراحل:

المرحلة الأولى والثانيه: حيث ينتج الميكروب الداخل للجسم مواد تثير الخلايا البلعمية، فتغير من التوتر السطحى لسيتوبلازم هذه الخلايا وتكسبها الحركة الأميبيه، كما أن هذه المواد لها تأثير إنتحائى كيماوى موجب Positive chemotoxis مما يـــساعد على إدمصاص الميكروب على سطح الخلية البلعمية.

المرحلة الثالثه والرابعة: حيث ينغمس الميكروب داخل سيتوبلازم الخليـــة البلعميـــة والتى تقوم بهدم الميكروب.

٣- مقاومة الخلايا السرطانيه:

ويقوم بهذا الدور كل مـــن الخلايـــا القاتلـــة الطبيعيـــة Natural killer (NK) cells والخلايا التائيه القاتله (cytoxic T Tcx) cells، ودور الخلايا القاتلة الطبيعية غيـــر معروف بالضبط ولكن يقال أنها تمثل خط الـــدفاع الأول فـــى مقاومـــه الخلايـــا السرطانيه، أما عن دور الخلايا التائيه القاتله، فإن الخلايا السرطانيه تعتبر كأنتجين

يحفز الخلايا التائيه القاتله على إنتاج أجسام مضادة Antibodies نوعيـــه (خاصـــه خلاف جلوبيولينات المناعة) تقاوم الخلايا السرطانية (ويعرف هذا النوع من المناعة باسم المناعة الخلويه Cell mediated immunity.

الفصل السابع

التلوث بالبكتريا المرضية

والبكتريا المسببه للتسمم الغذائى

مقدمه:

تنشأ الأمراض البكتيرية من اللبن ومنتجاته نتيجة تناول منتجات لبنية تحتوى أعداداً كافية من البكتريا المرضية، أو تحتوى كميات كافية من سمومها، ولذا فالأمراض الناتجه أو المنقولة عن طريق تلك المنتجات قد تكون نتيجة عدوى.

ويطلق عليها Milk borne diseases infection (الأمراض البكتيرية) أو نتيجة سموم هذه البكتريا؛ وتسبب هذه السموم ما يعرف بالتسمم الغذائى Food poisoning، وقد يكون التسمم الغذائى الحادث نتيجة تناول كميات كافية من السم أفرزتها البكتريا فى اللبن ومنتجاته قبل تناوله ويسمى هذا بالتسمم المحمول بالغذاء Milk borne intoxication، أو يكون التسمم قد حدث نتيجة إفراز البكتريا لسمومها داخل جسم العائل ويسمى بالعدوى المحمولة بالغذاء Milk borne infection.

١- ظروف حدوث العدوى عن طريق اللبن ومنتجاته: (الأمراض البكتيرية) Milk borne diseases infection

- فى هذه الحالة يكون اللبن ومنتجاته مجرد حامل غير نشط للبكتريا inactive carrier المسببه للمرض دون أن يدعم نشاط البكتريا؛ مثله فى ذلك مثل الأدوات الشخصية للمريض.

- ويشترط ضرورة وجود البكتريا باللبن أو منتجاته على أن تكون ظروف هذه المنتجات ملائمة لوجود البكتريا بصورة حيه، رغم أنه قد تنمو أو لا تنمو بالغذاء، وغالباً ما يكون أعداد البكتريا الملوثه للمنتجات منخفضة جداً، وقد تصل خلية واحدة / جم غذاء.
- أن يكون لهذه البكتريا القدرة على المعيشة فى القناة الهضمية أو العضو المصاب وقادرة على مهاجمة العائل، وأن يكون العائل حساساً لهذه البكتريا.
- وعادة ما تنتقل البكتريا إلى الدم وتسبب إرتفاعاً فى درجة الحرارة، وتتميز الأمراض البكتيرية الناتجة عن العدوى بالطول النسبى لفترة الحضانه (أسابيع قليله) ومن أمثلة هذه الأمراض:

أمراض مصدرها الإنسان		أمراض مصدرها الحيوان	
السل ويسببه	*Mycobacterium spp.*	حمى باراتيفود ويسببه	*Salmonella paratyphi*
الدفتريا ويسببه	*Corynebacterium spp.*	الحمى المتموجة ويسببه	*Brucella spp.*
الحمى القرمزيه ويسببه	*St. pyogenes*	الكوليرا ويسببه	*Vibrio cholerae*
حمى التيفود ويسببه	*Salmonella typhi*	أمراض ناتجة عن	*St. agalactia*

٢- ظروف حدوث التسمم المحمول بالغذاء Milk borne intoxication

ويحدث هذا النوع من التسمم والذى يعرف بالتسمم الحقيقى، نتيجة مباشرة لتناول منتجات لبنية محتوية على سموم. ناتجة عن نمو البكتريا بأعداد كافية ($١٠^{٦}$ – $١٠^{١٠}$ خلية / جم غذاء)، وقد يوجد السم فى الغذاء عند تناوله رغم موت البكتريا المسببه له، ويصيب التوكسين (السم) الإنسان عن طريق القناة الهضمية ولذا يسمى enterotoxines ولحدوث هذا النوع من التسمم يجب:

أ- إحتواء الغذاء على البكتريا المنتجة للتوكسين.

ب- ملائمة الغذاء لنمو البكتريا وإفراز التوكسين.

ج- تناول غذاء يحتوى على التوكسين بكمية كافية.

د- حساسية المستهلك لفعل التوكسين.

وتظهر أعراض التسمم بعد تناول الغذاء الملوث بثلاث ساعات على شكل غثيان وقئ وإسهال دون إرتفاع فى درجة حرارة العائل.

ومن أمثلة هذه الحالات من التسمم:

Clo. botulinum	التسمم البوتشيوليني ويسببه
Clo. perfringens	التسمم البرفرنجي ويسببه
Stap. Aureus	التسمم العنقودى ويسببه
Bacillus cereus (D)	تسمم باسيلي إسهالي ويسببه
Bacillus cereus (E)	تسمم باسيلي قيئ ويسببه
Entero toxigenic E .coli (E T E C)	تسمم إيشريرشي معوى
Entero haemorrhage E. coli (E H E C)	تسمم إيشريرشي دموى

٣- ظروف حدوث التسمم البكتيرى عن طريق العدوى المحمولة بالغذاء Milk borne infection

ينشأ هذا النوع من التسمم نتيجة مباشرة لتناول غذاء يحتوى أعدادا كبيرة من البكتريا الحية أو جراثيمها ($١٠^{٧}:١٠^{٥}$ خلية / جم غذاء) وعادة لايوجد السم فى الغذاء عند تناوله، ولحدوث هذا النوع من التسمم يجب:

أ- إحتواء الغذاء على البكتريا بأعداد كبيرة.

ب- قدرة البكتريا على إستيطان القناة الهضمية، والنمو والتكاثر وإفراز التوكسين فى القناة الهضمية. ويلاحظ أن أعراض هذا التسمم تظهر بعد تناول الغذاء بيوم: ٣ أيام، ومن أعراض هذا التسمم القئ والإسهال مع إحتمال إرتفاع الحرارة إذا إنتقل الميكروب إلى الدم. ومن أمثلة هذه الحالات من التسمم:

Salmonella spp.	التسمم السلمونيلي يسببه
Shigella spp	التسمم الشيجيلي يسببه
Listeria moncytogenes	التسمم الليستيرى يسببه
Camplybacteria jejuni	التسمم الكامبيولي بكتيرى يسببه
Yersinia enterocolitica	التسمم اليرسيني يسببه
Vibrio parahaemolyticus	التسمم الفيربوسي يسببه
Entero pathogenic E. coli	التسمم إيشريرشي مرضي يسببه
Entero invasive E. coli	التسمم إيشريرشي غزوى يسببه

أمثلة لبعض الأمراض البكتيريه والتسمم الغذائى والبكتريا المسببة

١- أمراض ناتجة عن بعض البكتريا التابعة لعائلة Mycobacteriaceae

مرض السل Tuberculasis

مقدمة:

يعتبر مرض السل من أقدم الأمراض المعدية التى تصيب الإنسان والحيوان، وحالياً يصيب هذا المرض حوالى ثلث سكان العالم، إذ بدأ يظهر بصورة مخيفة بعد إختفائه، وقد يعزى ذلك لظهور سلالات مقاومة للعقاقير المستخدمة فى علاجه وكذا سوء التغذية. وهناك علاقة بين الإصابة بالسل والإصابة بمرض الإيدز (نقص المناعة المكتسبة) Acquired immune deficiency syndrome AIDS

ويوجد نوعان من المرض أحدهما يصيب الرئة Pulmonarytype والأخر يصيب أعضاء أخرى خلاف الرئه non- pulmonary type.

البكتريا المسببه للمرض : Causative bacteria

أنواع من البكتريا التابعة لجنس Mycobacterium وهو الجنس الوحيد التابع لعائلة Mycobacteriaceae والتابعة لرتبة Actinomycetales ويوضح الجدول التالى (٨) أهم هذه الأنواع وعوائلها.

جدول (٨) أنواع البكتريا التابعه لجنس Mycobacterium وعوائلها

النوع	العائل	النوع	العائل
M. tuberculosis	الإنسان	*M. microti*	فأر الغيط
M. bovis	الماشيه – الإنسان	*M.leprae*	الإنسان
M.avium	الطيور – الخنازير – نادراً الإنسان	*M.paratuberculosis*	الأغنام - الماشيه
M.ulcerans	الإنسان	*M.marinum*	السمك – الإنسان

وتعتبر الأنواع الثلاثة الأولى، والتى تصيب الإنسان والماشية والطيور أكثر هذه الأنواع إنتشاراً. ويبين الجدول (٩) مدى حساسية الإنسان والحيوانات الحلوبة والطيور لهذه الأنواع الثلاثه.

جدول (٩) مدى حساسية الإنسان والحيوانات الحلوبة والطيور لميكروب السل .

نوع الميكروب	حساسية الأجناس المختلفة للأصابة				
	الإنسان	الأبقار	الأغنام	الماعز	الطيور
النوع الأدمى *M. tuberculosis*	+++	+	−	++++	+
النوع البقرى *M. bovis*	++	+++	+	+	−
النوع الطيرى *M.avium*	+	++	±	−	+++

عدوى مميته ++++ شديدة الإصابه +++ إمكانية الإصابة ++
نادر الإصابة + الإصابات فى حالات معينه ± عدم الإصابه −

ونشير فيما يلى إلى خواص أهم هذه الأنواع

أ- النوع الطيرى Mycobacterium avium

يصيب الطيور، وأحياناً الماشية، ونادراً ما يصيب الإنسان. وتتضمن الإصابة النوعين الرئوى وغير الرئوى. وتحدث إصابة الإنسان نتيجة تناول دجاج أو بيض ناتجاً من دجاج مصاب، وغير جيد الطهى، والحرارة المثلى لنمو الميكروب ٤٢ – ٤٤ °م والميكروب رفيع محبب، ومستعمراته ناعمة ونصف مستديرة.

ب- النوع البقرى Mycobacterium Bovis

يصيب البقر وكثيراً من الحيوانات الأليفة ، إلا أن الجاموس والماعز والدجاج أقل عرضة للإصابة. كما يصيب الميكروب الإنسان عن طريق تناول المنتجات اللبنية الملوثة، ويمثل حوالى ١٠٪ من حالات إصابة الإنسان. وقد تنتقل العدوى عن طريق الهواء.

والحرارة المثلى للميكروب ٣٧ – ٣٧،٥ °م، وخلاياه قصيرة وسميكة ١ : ١،٥µ ميكرون، ومستعمراته صغيرة ناعمة نصف مستديرة غير منتظمه مع سطح محدب، والميكروب أقل نمواً وأصعب زراعة عن النوع البشرى (الآدمى). ولايكون الميكروب صبغات، كما أنه يصبغ بصورة منتظمه أو غير منتظمه.

ويوجد الميكروب فى العقد الليمفاوية والرئه والكبد والضرع والعظام والمفاصل وبعض الأنسجة الأخرى وقد ثبت أن ٧٠٪ من الأبقار المصابة تفرز لبناً ملوثاً، حيث يفرز فى ألبان الحيوانات المصابة بالتهاب الضرع السلى Tuberculous mastitis، كما ينتقل الميكروب إلى اللبن بطريق غير مباشر من خلال المنطقة الخلفية Flanks للحيوان والضرع والحلمات والجلد والفرشة والمخلفات البرازية كما فى حالة السل المعوى Tuberculosis enteritis والسل الكبدى Tuberculous hepatitis، أو إفرازات الرحم فى حالات إلتهاب الرحم السلى Tuberculous metritis أو البول فى حالة السل الكلوى Tuberculous nephritis وكذلك عن طريق عدوى الرذاذ Droplet infection فى حالة إصابة الحيوان بالسل الرئوى اثناء العطس.

ومن الأهمية تبليغ السلطات الصحية. وتحديد الحيوانات المصابة وعزلها والتخلص منها، فإذا كانت الإصابة اقل من ١٠٪ تذبح الحيوانات المصابة، ويتم الكشف على لحومها فإذا كانت مصابة تعدم، وإذا كانت جيدة تستهلك أما إذا كانت الإصابة أكثر من ١٠٪ فإذا كانت الحيوانات المصابة غير حاملة فتعامل البانها حرارياً وتباع الحيوانات فى أسواق خاصة، وإذا كانت الحيوانات المصابة حاملة، فتعزل حتى الولادة، ثم تذبح ويتم الكشف على لحومها، وتعزل الحيوانات المولودة وتغذى صناعياً وتختبر دورياً ضد المرض.

ومن الضرورى إجراء الإختبارات الدورية خاصة للحيوانات الحلوب ويجب العناية بتطهير مساكن الحيوانات بالفورمالين والجير المطفئ والمساحيق المطهرة، أما اللبن فحتمياً يجب معاملته بالحرارة (البسترة أو الغلى أو التعقيم) وبالنسبة للأفراد المتعاملين مع الحيوانات والمتعاملين مع اللبن فيجب الكشف عليهم دورياً بالأشعة الصدرية وإختبار Mantoux tuberculon test مانتوكس للسل.

ج- *M.Tuberculosis* (النوع الآدمى)

وهو يمثل ٩٠٪ من حالات إصابة الإنسان بمرض السل، والإصابة من النوع الرئوى وعادة يصيب الأغنام أو الطيور الأليفة، ويصل الميكروب إلى اللبن مباشرة من الحلاب والمتعاملين مع اللبن ومنتجاته ونادراً ما يصيب الماشية ولكن لاتظهر الإصابة على الماشية بمجرد إصابتها، فقد تعطى الماشية نتيجة سالبة لإختبار tuberculin لمدة ٢ – ٣ شهور بعد الإصابة بهذا الميكروب وتعطى إختباراً موجباً

بعد هذه المدة، وهذه الماشية المشكوك فيها يجب وضعها تحت الرقابة وإختبارها دورياً.

ومن خواص بكتريا *M.Tuberculosis*

ميكروب عصوى رفيع مستقيم ومنحنى قليلاً طوله ٠,٥ : ٤ µ ميكرون منه الخيطى rod-like والمتفرع branching (نادراً) والمحبب granular form وهو موجب لجرام، هوائى حتما، غير متحرك، غير متجرثم ليس له حافظة non capsulated وتحت الميكروسكوب الإلكترونى تظهر حبيبات وتجاويف (حويصلات vacuales) فى طرفى الخلية، وسيتوبلازم الخلايا متجانس فى المزارع الحديثة، محبب فى المزارع القديمة كما تنتج بعض السلالات صبغات صفراء فى المزارع القديمة ويحتاج الميكروب لنموه على البيئات البسيطة ٣ : عدة أسابيع على ٢٠ - ٤٠°م إذ أنه بطئ النمو والـ pH االملائمة ٧,٤ - ٨.

المقاومة Resistance

من أكثر البكتريا غير المتجرثمة مقاومة للحرارة والظروف البيئية الأخرى، وقد يرجع ذلك لإحتواء البكتريا على تركيز عالٍ من الليبيدات (٢٥ - ٤٠٪) كما أن الميكروب مقاوم للحرارة والفورمالين وكثير من المواد الحافظة، حساس لضوء الشمس، وكان يستخدم لمعرفة جودة البسترة نظراً لمقاومته للحرارة.

الخواص التخمريه Fermentation properties

يحتوى الميكروب على مجموعة من الإنزيمات المحللة للبروتين، والتى لها المقدرة على تحلل البروتين فى البيئة القلوية والحامضية، كما يحتوى إنزيمات dehydrogenases تعمل على الأحماض الأمينية، وعديد من الكربوهيدرات، وينتج بجانب ذلك مجموعة أخرى من الإنزيمات مثل Lecithinase, urease, glycerophosphatase والتى تحلل الليثيسين واليوريا والفوسفاتيدات.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب مجموعة من السموم الداخلية، تنطلق من الخلية عند موتها وتحللها، وهى شديدة السمية، فالجرعة المميته منها ٠,٠٠١ مجم بالنسبة لخنزير غانا،

ومن هذه السموم Tuberculin والذى يسبب وفاة ٥٠٪ من خنزير غانا عند حقنه بمعدل ٠,١ مل (LD_{50} = 0.1ml)

التركيب الأنتيجينى (مولدات المضادات) Antigenic structure

لايختلف التركيب الأنتيجينى لميكروب السل البقرى أو الآدمى، إذ يشمل التركيب الأنتجينى لكل على agglutinins, apsonins, precipitins, tuberculin ويقال أن tuberculin هو الأنتجين المنشط لإنتاج الأجسام المضادة، وهو مركب ذو وزن جزيئ كبير ويتكون من بروتينات وليبيدات وكميات كبيرة من الفوسفوليبيدات والسكريات الليبيديه lipopolysaccharides ويعتبر koch سنة ١٨٩٠ أول من فصل مادة التوبركيولين (tuberculin) من مزرعة للميكروب نام على بيئة glycerin broth عمرها ٥ – ٦ أسابيع وذلك بتعقيم المزرعة بالبخار ١٠٠°م / ٣٠ د وتبخيرها على ٧٠°م لعشر حجمها الأصلى والترشيح خلال مرشح خزفى porcelain filter.

مصادر العدوى sources of the causative organisim (sources of infection)

تنتقل العدوى عن طريق الهواء والغذاء والماء والتعرض لبصاق المصابين، مما يساعد على إنتشار المرض إزدحام الأماكن وعدم التهوية، إذ يمكن للميكروب أن يبقى حياً فى الماء لأكثر من سنه، والماء المقطر لعدة أسابيع، والتربة لأكثر من سته أشهر وفى البصاق الجاف لمدة شهرين وفى العصارة المعدية لمدة ست ساعات، فهو كما سبق من الميكروبات المقاومة للظروف البيئيه. ويعتبر اللبن ومنتجاته الملوثه مصدراً من مصادر العدوى إذ يبقى الميكروب حياً فى الجبن مثلاً لمدد تختلف بإختلاف نوع الجبن وكثيراً ما تزيد مدة بقاء الميكروب حياً فى الجبن الطرية عالية الرطوبة ونصف الجافة عن المدة اللازمه لتسوية هذه الجبن.

مدة الحضانة: Incubation period

تختلف مدة الحضانة من ٤ – ٦ أسابيع من بدء الإصابة حتى ظهور العلامات الأولى للمرض، وقد تمتد عدة سنوات لتصبح الرئة مصابة.

أعراض المرض: Symptoms

تحدث الإصابة عن طريق الجهاز التنفسى، الجهاز الهضمى وعند الإصابة عن طريق الجهاز التنفسى تظهر الأعراض على الرئتين، أما عند الإصابة عن طريق الجهاز

الهضمى فتتركز الإصابة فى العقد الليمفاوية للمساريقا mesenteric lymphnodes وبتقدم المرض ينتشر خلال أنسجة وأعضاء الجسم المختلفة مثل الرئتين؛ وتتمثل أعراض إصابتها فى آلام بالصدر، الرشح البللورى والسعال والعرق الليلى كما تصاب الأمعاء (إسهال وإحتمال إنسداد الأمعاء) والكلى (تبول دموى) والمخ (قئ وتشنجات).

وبجانب الأعراض الخاصة بكل عضو مصاب فهناك أعراض عامة لمريض السل تتمثل فى فقد الشهيه وفقر الدم ونقص الوزن والشعور بالإرهاق وإرتفاع الحرارة وزيادة سرعة دقات القلب.

المناعة Immunity

قد توجد مناعة طبيعية لدى بعض الأفراد وهى مرتبطة بعوامل وراثيه، كما يحصل الأشخاص السابق إصابتهم، أو الأشخاص المخالطين للمرضى على مناعة نسبيه أو كامنه يصبح الميكروب بعدها نشطاً تحت تأثير الإصابة بالأمراض الأخرى. فقد يكمن الميكروب فى العقد الليمفاوية لعدة سنوات وقد تستمر طول الحياة ووجود الأنتجينات فى مصل دم المريض لايعطى دليلاً كافياً على شدة المناعة وهناك مناعة صناعية عن طريق لقاح (BCG) Bacillus Calmette Guorin بالحقن تحت الجلد، ويقال أن الأطفال الذين يتراوح عمرهم مابين ٣ – ١٢ سنة لديهم مقاومة نسبيه، بينما الأطفال الأقل من ٣ سنوات والأكبر من ١٢ سنه أكثر عرضة للإصابة، وتزداد العرضة للإصابة بالتعب وسوء التغذية.

الوقاية والعلاج Prophylaxis

تتمثل المعالجة الوقائية فى التشخيص المبكر للمرض، الكشف الدورى على المرضى والأشخاص بعد شفائهم، والمحصنين باللقاح (BCG). وقد إكتشف هذا اللقاح عام ١٩١٦ على يد العالمين A. Calmette and Ch.Guorin وهو عبارة عن سلالة بكتيرية ضعيفة معزولة من البقر. كما يجب الكشف الدورى على العاملين بالقطاع الغذائى وإعطائهم الأدوية الواقية، مع عزل المرضى وإعطائهم الأدوية والعلاج الخاص بمقاومة المرض والميكروب، وكذلك يراعى الكشف الدورى على الحيوانات وعلاجها، والعناية بالمعاملة الحرارية للبن ومنتجاته وتجنب تعرضها للتلوث بعدها، والعناية بالنظافة الشخصية للعاملين فى مجال الأغذية وأن يكونوا خاليين من المرض ومعهم شهادات صحية تثبت ذلك وألايكونوا مخالطين لمرضى السل.

٢- الأمراض الناتجة عن بعض البكتريا التابعة لعائلة Corynebacteriaceae

مقدمة:

يتبع هذه العائلة عدة أجناس منها Corynebacterium, Brevibacterium, Cellulomonas, Arthroobacter ويعتبر جنس Corynebacterium أكثرها أهمية للإنسان والحيوان من الناحية المرضية، وله ثلاثة أنواع *C.diphtheria, C.pyogenes, C.bovis* ويعتبر *C.diphtheria* أكثر أهمية للإنسان إذ يسبب له مرض الدفتريا Diphtheria. وقد أكتشف الميكروب المسبب لهذ المرض سنة ١٨٨٣ وأمكن عزله من مزرعة نقية سنة ١٨٨٤ وفصل السم exotoxin الذى ينتجه سنة ١٨٨٨؛ كما عرف مضاد سم له antitoxin سنة ١٨٩٠ وفى ١٩٢٣ أمكن الحصول على سم ضعيف diphtheria toxoid يستخدم للتطعيم ضد الدفتريا ونتيجة إنتشار التطعيم ضد الدفتريا فقد إنخفضت معدلات الإصابة بها فى معظم أنحاء العالم، ورغم ذلك فما زالت الدفتريا وباء فى الدول النامية؛ إذ تخلصت منه الدول المتقدمة وسوف نتناول هنا مرض الدفتريا وخواص الميكروب المسبب له.

الميكروب المسبب للمرض: Causative bacteria

Corynebacterium diphtheria: من أصل بشرى، يصيب البشر ومن خواصه:

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

ميكروب عصوى أو منحنى قليلاً، طوله ١٨ ميكرون عرضه ٠,٣، ٠,٨ µ ميكرون، متعدد الأشكال فى تجمعات، يظهر عادة ذو إنتفاخ مثل مضرب الكرة فى نهاية الخلية، موجب لصبغة جرام، غير متجرثم وغير متحرك ولايكون كبسولات (حافظه)، هوائى أو هوائى إختيارى، الـ pH المثلى ٧,٢ - ٧,٦، الحرارة المثلى ٣٤ - ٣٧ °م ولاينمو على أقل من ١٥°م أو أعلى من ٤٠ °م، والمستعمرات صغيرة غير مندمجة وتظهر كمظهر الجلد الخشن المحبب Shagreen leather رمادية اللون لايسيل الجيلاتين ولايغير لبن عباد الشمس.

المقاومة Resistance

يقاوم الميكروب الظروف البيئيه لحد ما، إذ يمكنه أن يحيا لمدة شهرين على حرارة الغرفة، ويعيش لمدة طويلة فى الأغشية المخاطية للمرضى والتى تعتبر مصدراً أساسياً للعدوى، ويقتل الميكروب على ٦٠ °م، ومحلول ١٪ فينول فى خلال عشر دقائق.

الخواص التخمريه Fermentation properties

ليس له القدرة على تجبن اللبن أو تحلل اليوريا أو إنتاج الأندول، لكن له القدرة على إختزال النترات إلى نتريت وكذا إختزال K.tellurite، ولذا تعطى المستعمرات التى تنمو على بيئة agar tellurite لوناً أسودا أو رمادياً وتختلف قدرة الميكروب على تحلل (تخمر) المالتوز، النشا، الدكسترين، الجالاكتوز، الجلسرين ولكنه يخمر الجلوكوز، الليفولوز ويمكنه إنتاج H_2s ولكن ببطء

إنتاج السموم Toxin prodction: ينتج الميكروب سماً خارجياً extracellular toxin فى الجهاز التنفسى وهو شديد السميه ويمتص فى الدورة الدموية، ليدخل فى مجموعة من التفاعلات ينتج عنها مضاعفات مختلفة، مثل الهبوط فى القلب والشلل لبعض الأطفال وأحياناً الوفاة، ويحتوى التوكسين على كمية كبيرة من النيتروجين الأمينى، وتتميز السلالات السامة من الميكروب بإرتفاع نشاط إنزيم dehydrogenase عن السلالات غير السامة والتى ليس لها هذا النشاط إذ تنتج هذه السلالات الأخيرة antitoxin تعادل به تأثير السم ويقال أن جرعات صغيرة من السم تسبب تعفن الدم (تسمم toxaemia) فى خنزير غينيا، وسم الدفتريا غير ثابت إذ أنه يتلف بالحرارة والضوء والهواء، ولكنه مقاوم لحد ما للذبذبات فوق الصوتيه ultrasonic vibrations كما يتحول السم toxin إلى سم ضعيف toxoid بخلطه مع ٠,٣ – ٠,٤٪ فورمالين على ٣٨ – ٤٠ °م لمدة ٣ – ٤ أسابيع، كما أن toxoid أكثر مقاومة للعوامل الفيزيقيه والكيماويه عن التوكسين.

وللميكروب القدرة على إنتاج إنزيم hyaluronidase وبذا يمكن للميكروب غزو أنسجة العائل.

التركيب الأنتجينى Antigenic structure:

أكد كثير من العلماء وجود antigens (0) وهو عبارة عن Polysaccharides يوجد فى الطبقة الخارجية لجدار الخليــة، ويطلــق عليهــا أنتيجينـــات جـسميه somatic polysaccharides antigens وهى ثابتة حرارياً thermostable.

مصادر العدوى Sources of infection

يعتبر المرضى وكذا حاملى الميكروب من أهــم مــصادر العــدوى، إذ يوجــد الميكروب فى إفرازات الأغشية المخاطية للأنــف والحلــق، ولــذا تنتقــل العــدوى بالمخالطة، وكذا من الأدوات التى يستخدمها المريض أو حــاملى المــرض. ويوجــد حوالى ٣ – ٥٪ من الناقلين والأصحاء حاملين للميكروب وقد يظل المــريض حــاملاً للميكروب ٦ شهور بعد شفائه، ورغم أن إنتقال المرض عن طريق اللبن قليل جداً، إلا أن العدوى قد تنتقل عن طريق إستهلاك اللبن الخام أو المثلجــات القــشدية الملوثــه بالميكروب. كما يوجد الميكروب فى الجروح الموجودة على حلمات وضرع الماشــية ومنها ينتقل إلى اللبن، وقد لوحظ أن الإصابة بميكروبات مرضية أخرى تابعة لجــنس Streptococci, Staphylococci وكذا بعض السلالات غيــر المرضــية مــن جــنس Corynebacterium قد تكون عاملاً مساعداً فى الإصابة بمرض الدفتريا.

مدة الحضانه Incubation period: ٢ : ١٠ أيام

أعراض المرض Symptoms:

إرتفاع الحرارة مع صعوبة البلع والتنفس، نتيجة لإلتهــاب اللــوزتين والبلعــوم والحنجرة وتكون أنسجة ميته وإفرازات فى هذه الأماكن. ورغم أن المــرض يــصيب أماكن متعددة كالجلد والعين والأذن والأعضاء التناسلية، إلا أن دفتريا الحلــق تمثــل ٩٠٪ من الحالات المرضية، يأتى بعدها دفتريا الأنف فى المستوى الثانى.

وفى حالة شدة المرض يؤثر التوكسين على الجهاز العصبى السطحى Peripheral nervous system كما يؤثر على الكلى والأوعية الدموية وعضلة القلب إلى مرحلة قــد تؤدى لتوقف القلب فجأة.

المناعة Immunity:

عادة يكتسب الطفل مناعة طول الحياة بعد شفائه، إذ لاتتعدى حالات عودة الإصابة Diphtheria reinfection عن ٦ – ٧٪ من حالات الإصابة وتزيد مقاومة الجسم للمرض بتقدم العمر.

ويتوقف مدى قدرة الجسم على المناعة على محتوى الدم من antitoxin ويجرى لذلك إختبار يعرف بإختبار شيك Schick test وهو إختبار يظهر مدى تعرض الجسم للمرض أو مناعته ويجرى الإختبار بحقن السم toxin تحت الجلد introcutaneously فى الساعد بمعدل ٠,٢ مل (وهى كمية تعادل ١/٤٠ من MTD اللازمه لقتل خنزير غانا). ويدل التفاعل الموجب positive على الحساسيه للمرض، وعلاماته ظهور بقعة حمراء منتفخه (متورمه) قطرها ٢ سم فى مكان الحقن بعد ٢٤– ٤٨ ساعة، ويكون التفاعل موجباً إذا أحتوى الدم على antitoxin. أما الإختبار السالب فيدل على عدم الحساسيه للدفتريا ويقال أن ٨٠ – ٩٠٪ من الأطفال حديثى الولادة وكذا الأشخاص فوق ١٧ سنه غير حساسين للدفتريا بينما الأطفال من سن ١– ٤ سنوات فهم الفئة الأكثر حساسيه (٩٠٪).

الوقاية والعلاج prophylaxis and treatment

بجانب الإبتعاد عن المصابين والعناية بالنظافة الشخصية والعناية ببسترة اللبن ...ألخ فللوقاية يراعى التحصن بالطعم الثلاثى (الدفتريا والتيتانوس والسعال الديكى) فى سن ٣ شهور ثم فى سن ١٨ شهر ثم فى سن ست سنوات وأخيراً فى سن عشر سنوات بالطعم الثنائى الذى يحوى طعم الدفتريا والتيتانوس وذلك لتحسين الحالة المناعية للجسم إذ يعمل التطعيم على تنشيط إنتاج الـ antitoxin.

٣- الأمراض الناتجة عن البكتريا السبحية Streptococci diseases

مقدمه:

تتبع هـذه البكتريـا عائلـه Streptococcaceae ومـن اهـم اجناسـها جـنس Streptococcus، ويشمل هذا الجنس اربعه مجموعات تبعاً لتقسيم شـرمان. ويوضـح الجدول التالى (١٠) هذه المجموعات الأربعة وبعض خواصها.

جدول (١٠) مجموعات جنس Streptococcus وخواصها تبعاً لتقسيم شرمان Sherman

المجموعة	تحلل الدم heamolysis	النمو		تحمل التسخين على ٦٠ °م / ٣٠ق	إنتاج الأمونيا من الأرجنين	النمو فى المرق Broth		
		١٠ °م	٤٥ °م			أس هيدروجيني ٩,٦	ملح طعام ٦,٥ ٪	٠,١ ٪ أزرق مثيلين
اللبنية Lactic streptococci	γ	+	–	±	±	–	–	+
فيريدان viridan streptococci	γ or α	–	+	±	–	–	–	–
الصديريه pyogenic streptococci	β, α	–	–	–	–	–	–	–
أنتروكوكس Enterococcus streptococci	β,α or γ	+	+	+	+	+	+	+

ولما كانت أفراد المجموعة الأولى (اللبنية) Lactic streptococci مفيدة وتدخل فى العديد من الصناعات الغذائية، ولا ضرر صحى منها، كذلك فـإن أفـراد المجموعـة الثانية (فيريدان) Viridan streptococci ذات تأثير ضعيف من حيث الأضرار التى قد تسببها للإنسان والحيوان. لذا سوف يقتصر الحديث هنا عن بعض الأمراض الناشـئة عن التلوث ببعض أفراد المجموعتين الأخيرتين وتشمل:

أ- أمراض ناشئة عن التلوث بأفراد من المجموعة Pyogenic ومنها مرض الحمـى القرمزية وأمراض ناتجة عن *St. agalactia*.

ب-تسمم غذائى ناشئ عن التلوث بأفراد من مجموعة Enterococcus ومنها التسمم الناتج عن التلوث ببكتريا Enterococcus faecalis.

أ- أمراض ناشئة عن التلوث بأفراد من المجموعة الصديدية Pyogenic ومنها

i - مرض الحمى القرمزية Scarlet fever

ويسمى أيضاً حمى الطفح أو إلتهاب الحنجرة المتبقع Septicscore throat

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

هى Streptococcus pyogenes ومن خواصها:

الخواص المورفولوجية والمزرعية:

ميكروب كروى فى سلاسل، موجب لجرام غير متجرثم غير متحرك، لايكون كبسولات، شحيح الإحتياجات الهوائية.

ويوجد الميكروب فى شكل سلاسل فى أزواج، أو سلاسل قصيرة وذلك على الشريحة المحضرة من مزرعة صلبة أما الشريحة المحضرة من الـ broth فتظهر الميكروبات فى صورة تكتلات. كما أن الميكروب يكون نمواً ضعيفاً على بيئة meat ñ peptone agar ولكن يعطى نمواً جيداً على بيئات Sugar ñ blood and serum agar or broth وتكون النموات على البيئة الصلبة فى صورة مستعمرات محببه مميزة الحدود قطرها ٠,٥ : ١ مم شفافة رمادية أو بيضاء والحرارة المثلى للنمو ٣٧ °م (٢٠-٤٠ °م).

المقاومه Resistance

يمكن للميكروب أن يعيش لمدة طويلة على درجات حرارة منخفضة، فقد وجد أنه يمكن أن يبقى حياً فى الزبدة لمدة حوالى ستة شهور، وفى الجبن لمدة ١٨ أسبوع بالتخزين فى الثلاجة، كما أنه مقاوم للجفاف ويبقى حياً لمدد طويلة فى الصديد والبصاق إلا أنه يقتل على ٧٠ °م وكذا بعد ١٥ د فى محلول ٣- ٥٪ فينول.

الخواص التخمرية Fermintation properties

يخمر الجلوكوز، المالتوز، اللاكتوز، السكروز مع إنتاج أحماض، ويجبن اللبن ويذيب الفيبرين، إلا أنه لايحلل البروتين ولايسيل الجيلاتين ولايختزل النترات.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب سموماً خارجية exotoxin بعضها حساس للحرارة كما ينتج إنزيمات مختلفة النشاط ومن هذه السموم والإنزيمات:

أ- محللات للدم haemolysin ومنها streptolysim, haemotoxin, B - hemolytic وهى تقوم بتكسير كرات الدم الحمراء (عند حقنها فى الأرانب) وتسبب إلتهاب الحلق واللوز، إلتهابات روماتيزمية، وتلف للأنسجة الضامه بالمفاصل، وأنسجة القلب فيسبب الحمى الروماتيزميه. Rheumatic fever (كبر القلب وإلتهاب المفاصل المؤقت).

ب- Leukocidin: وتهدم كرات الدم البيضاء وتتلف على ٧٥ °م.

ج – Necrotoxin: وهو يسبب موت موضعى فى الأرانب عند حقنه بالعضل أو فى أى نسيج أخر خاصة خلايا الكبد.

د- Lethal toxin: سبب موت الأرانب والفئران عند حقنه فى الوريد.

هـ- Erythrogenic toxin: يسبب إلتهابات فى الإنسان حيث يسبب طفحاً أحمر على الجلد، وهو ثابت حرارياً تقريباً.

و- إنزيمات منها: prateinase, amylase, lipase, nucleotidase, diphosphopyridine, fibrinolysin, desoxyribonuclease, Ribonuclease, hyaluronidase وهى إنزيمات تسهل إختراق الميكروب خلال أنسجة وأعضاء الحيوان المصاب.

وبجانب السموم الخارجية يوجد لدى السلالات توكسينات داخلية endotoxins تتميز بمقاومتها للحرارة، ولاينتج الميكروب توكسينات معوية enterotoxin تسبب تسمماً غذائياً.

مصادر العدوى: Sources of causative organisms:

يصل الميكروب إلى اللبن مباشرة نتيجة إفرازه بكمية كبيرة فى حالات إلتهاب الضرع، كما تنتقل العدوى عن طريق إفرازات الأنف، الحلق، الأدوات الملوثة بهذه الإفرازات، الهواء وعن طريق إستهلاك اللبن الخام والأغذية المتداولة بحاملى الميكروب. ويدخل الميكروب الجسم عن طريق الجلد والجروح، الأغشية المخاطية، وكذا عن طريق الأمعاء مع الغذاء وبنفاذه فى أنسجة الجسم.

مدة الحضانة Incubation period: ٢: ٧ أيام.

أعراض المرض: Symptoms

بنفاذ الميكروب خلال الجلد والأنسجة فإنه يؤدى إلى إلتهاب فى الغدد الليمفاوية الخاصة بالزور، وأحياناً يسبب خراجاً حول اللوزتين مع إرتفاع الحرارة بصورة غير منتظمة، وظهور طفح جلدى دموى erythema على الرقبة والصدر.

وفى حالات العدوى الشديدة، أو إستمرار العدوى تحدث بعض المضاعفات منها إلتهاب صديدى بالأذن الوسطى وإلتهاب بالقلب والكلى، وتسمم دموى. والمرض معدى ويصيب الأطفال من عمر ٢-١٢ سنه ويسبب الفشل الكلوى المؤقت Streptococcal glum erulonephritis.

المناعة Immunity

يمكن التحصين حقناً بالـ antitoxin فهذا التحصين يعطى مناعة مستمرة تقريباً من المرض، أما المناعة المكتسبة بعد الأصابة فهى منخفضة أو مدتها قصيرة حيث تحدث نكسات من إلتهاب الزور

الوقاية والعلاج: prophylaxis

إستبعاد اللبن الناتج من حيوانات مصابة والذى يظهر عليه صفات غير طبيعية abnormal معاملة اللبن ومنتجاته معاملة حرارية كافية ودرجة حرارة أعلى من ٦٠ °م كافية للقضاء على الميكروب، حفظ اللبن على حرارة منخفضة (٧ °م) مع تجنب تلوث اللبن ومنتجاته بالمواد البرازية.

العناية بالصحة الشخصية للعاملين فى مجال الألبان والأغذية والفحص الدورى، عزل المرضى وعلاجهم، إستخدام المضادات الحيويه بعد العمليات الجراحية، تطهير الأدوات والمعدات المستخدمة فى تداول اللبن ومنتجاته.

ii - أمراض ناتجة عن *St. agalactia*

يوجد من هذا الميكروب سلالات آدمية وأخرى حيوانية، يختلف كل منهما عن الأخر فى بعض الصفات مثل إنتاج الصبغات، وتخمر اللاكتوز، وإنتاج إنزيم β- lactosiatase (السلالات الأدمية +، -، - على الترتيب وعكس ذلك فى السلالات الحيوانية).

وتسبب السلالات الحيوانية إلتهاب الضرع عند الماشية، ومما يساعد على إنتشار هذا المرض بين قطعان الماشية إستخدام ماكينات الحلابة إذ تساعد على نقل الميكروب إلى اللبن والحيوانات الأخرى نتيجة إستخدام أكواب الحلمات الملوثة من حيوان مصاب.

وتسبب السلالات الأدمية حالات مرضيه عند الأنسان عند تعاطيه ألبان ناتجة من حيوانات مصابة بهذه السلالات أو عن طريق الحلابين والكلافين الحاملين لهذه السلالات، وتحدث الأصابة عن طريق الجهاز الهضمى ومن أعراض الأصابة الألتهاب الرئوى، إلتهاب المفاصل، إلتهاب الجهاز التناسلى للأنثى، كما يحدث تسمم دموى لدى الأطفال حديثى الولادة.

ب- التسمم الغذائى الناتج عن مجموعة البكتريا السبحية البرازية Enterococcus faecalis

البكتريا المسببه: Causative bacteria

نوعاً من بكتريا تابعة لمجموعة Enterococcus streptococci ومنها:

Str. Faecium , Str. Faecalis أو ما يطلق عليها مجموعة Faecal streptococci

ومن خواص أفراد هذه المجموعه:

الخواص المورفولوجية والمزرعية:

تتميز افراد هذه المجموعة بإن خلاياها بيضاوية فى أزواج أو سلاسل قصيرة، قطر خلاياها ٠,٥- ١ ميكرون، بعض أفرادها عالية الحركة، وتعطى على البيئة الصلبة نموات رقيقة ناعمه، وفى البيئة السائلة تعطى تعكير وترسيب، كما تنتج صبغات صفراء.

المقاومه Resistance

تقاوم ٦٠ °م /٣٠ د ويمكنها النمو فى بيئة مرق ٦,٥٪ ملح طعام pH ٩,٦ وحرارة من ١٠- ٤٥° م.

ولها القدرة على النمو على بيئة آجار الدم المحتوية ٤٠٪ صفراء أو ما يعادلها من أملاح الصفراء، وهذا كله يميز أفراد هذه المجموعة عن بقية أفراد مجموعات هذا الجنس، وتقاوم الجفاف وتركيز من ملح الطعام حتى ١٠٪.

الخواص التخمرية Fermintation properties

تخمر الجلوكوز، المالتوز، اللاكتوز، المانيتول مع إنتاج حمض، كما تختزل وتجبن عباد الشمس فى وجود ٠,١٪ أزرق الميثلين، وتنزع CO_2 من الحمض الأمينى تيروسين، وتنتج الأمونيا من الأرجنين، ومنها أنواع محلله للدم مثل *Str. faecalis var. zymogenes* وأخرى تسيل الجيلاتين مثل *Str. faecalis var. liquefaciens*.

إنتاج السموم Toxin production

تسبب الأنواع التابعة لهذه المجموعة نوعاً من التسمم الغذائى، إذ تنتج نواتج تمثيل سامه إنزيمية فى اللبن ومنتجاته مثل إنزيم (TNax) thermonuclease وقد أمكن التحقق من ذلك بحيوانات التجارب.

مصادر العدوى:

تعيش أفراد هذه المجموعة فى القناة الهضمية للأنسان والحيوانات ذات الدم الدافئ، وتوجد فى أمعاء الأطفال بأعداد أكبر من *E.coli* ويعتبر اللبن الخام ومنتجاته والبيض واللحوم خاصة المشوية على الفحم واللبن المبخر من مصادر العدوى بهذه البكتريا، وعزلها من الغذاء يدل على تلوثه بمواد برازيه. وقد حدث تسمم منها عن طريق الجبن واللبن المبخر.

مدة الحضانه: ٦- ١٢ ساعة

أعراض المرض: غثيان وأحياناً قئ وتقلصات وآلام فى البطن، وفترة المرض ١- ٢ يوم وعموماً فهى تشبه أعراض التسمم العنقودى ولكن بدرجة أخف.

الوقاية:

منع تلوث اللبن ومنتجاته بالغائط ومعاملتها حرارياً.

٤- التسمم الغذائى والأمراض الناتجة عن بعض البكتريا التابعة لعائلة Bacillacease

من الأجناس التابعة لهذه العائلة، والتى يسبب بعض أنواعها تسمماً غذائياً:

١- جنس Clostridium ومن أنواعه:

أ- *Clo. botulinum* ويسبب التسمم البتيولينى،

ب- *Clo. Perfringens* ويسبب التسمم البرفرنجى.

٢- جنس Bacillus ومن أنواعه *Bacillus cereus* ويسبب التسمم الباسيلى

أولاً : التسمم الناتج عن جنس كوليستريدم Clostridium

أ- التسمم البتيولينى (المنبارى) Botulinum food poisoning (botulism)

مقدمة:

يعتبر التسمم البتيولينى من أخطر أنواع التسمم الغذائى، إلا أنه أقل إنتشاراً فى العالم، وكلمة **botulism** مشتقة من الكلمة اللاتينية batulus بمعنى سجق؛ إذ كان السجق من أوائل الأغذية التى كانت سبباً فى حدوث المرض.

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

بكتريا *Clo. botulinum* هى مسببة التسمم البتيولينى، ويوجد من هذه البكتريا ثمانية أنواع (مصلية) سيريولوجية Serological types هى G, F, E, D, $C_{1,2}$, B, A وجميعها سامة للأنسان عدا G, D, C فهى لا تسبب تسمماً للإنسان، ولكن تسمم الطيور والماشية، ويبين الجدول (١١) بعض خواص هذه الأنواع.

جدول (١١) خواص الأنواع السيرولوجية لبكتريا *Clo. botulinum*

النوع	الخواص
A	أكثر الأنواع سمية للإنسان، جميع سلالاته محلله للبروتين وتسبب عفونه تؤدى لظهور رائحة كريهه فى الأغذية البروتينيه، جراثيمه مقاومة للحرارة، ينتج توكسين يتلف بالتسخين (٨٠ °م / ٥- ٦ د).

النوع	الخواص
B	أقل سمية للإنسان، بعض سلالاته محلله للبروتين مسببة عفونه ورائحة كريهـه، أمـا غير المحلله فلا تسبب عفونه، جراثيمه مقاومة للحرارة مثل نوع A، وينتج توكسين يتلف بالتسخين (٩٠ °م/١٥ د)، وقد يحدث شفاء فى حالة حدوث التسمم به حتى عند وجود كمية محسوسة منه فى الدم.
C_1, C_2	غير محلل للبروتين، لايستطيع تحلل أو تجبن بياض البيض egg white.
D	مثل C.
E	سام للإنسان (مصدره الأسماك ومنتجاتها) وجميع سلالاته غير محلله للبروتين، جراثيمه أقل مقاومة للحرارة.
F	سام للإنسان، بعض سلالاته محلله للبروتين وتسبب عفونه ورائحة كريهه فى الأغذية البروتينيه وبعضها غير محلل للبروتين.
G	غير معروف تماما.

مصادر العدوى:

التربه وأمعاء الأنسان وبعض الحيوانات. ويصل إلى اللبن من البراز والتربه والعليقة.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

عصوى (طوله ٣ : ٨ ميكرون وعرضه ٠,٣ -٠,٥ ميكرون)، وأحياناً يوجد فى أشكال قصيرة. للخلية ٤- ٣٠ سوط، متحرك فى درجة حرارة ٢٠- ٢٥ °م، لاهوائى حتماً لذا يسبب متاعب فى الألبان المعلبة canned milk، كما يسبب الإنتفاخ المتأخر فى الجبن. والميكروب موجب لصبغة جرام، متجرثم حيث يكون جراثيم طرفية أو قريبه من طرف الخلية لتعطى للخلية مظهر مضرب البيض.

الحرارة الملائمه للنمو (١١ – ٤٨ °م)، وتختلف درجة الحرارة المثلى بإختلاف السلاله، فهى ٣٥ °م للسلالات المحلله للبروتين، ٢٦- ٢٨م للسلالات غير المحلله للبروتين.

والأس الأيدروجينى (pH) له قريبه من التعادل (٧,٤ – ٧,٦) والنشاط المائى aw ٠,٩٣ ينمو على جميع البيئات العادية ويختلف شكل النمو بإختلاف نوع البيئة، فعلى

بيئة آجار الدم تعطى مستعمرات غير منتظمه خيطيه محاطة بمنطقة تحلل، وفى مزارع الآجار ذات الوخذ العميق agar stab تشبه المستعمرات كرات القطن، وتكون تجمعات متراكمه compact clusters بها خيوط تشبه الأسواط، وعلى بيئة الجيلاتين تكون مستعمرات شفافه محاطه بمساحات صغيرة متميعة Liquefication.

الخواص التخمرية Fermintation properties

النوعان A, B يحللان البروتين فى البيئة السائلة، تسيل الجيلاتين، تنتج H_2S وأمونيا وأمينات طيارة وكيتونات وكحولات وأحماض (خليك - لاكتيك - بيوتريك) وتحدث ببتنه peptinization للبن مع تكوين غاز، وتخمر الجلوكوز والليفولوز، المالتوز، الجلسرين مع إنتاج حمض وغاز.

إنتاج السموم Toxin production

جميع سلالات *Clo. botulinum* تنتج سموماً خارجية وهى توكسينات عصبية قويه جداً تؤدى إلى الوفاة neurotoxins، وتتكون هذه التوكسينات فى الغذاء، وتمتص أساساً فى الأمعاء، وعندما يصل التوكسين مجرى الدم فإنه يدخل الجهاز العصبى الطرفى، ويمنع إفراز acetylcholine المسئول عن نقل الإشارات أو الرسائل العصبيه، مما يؤدى إلى تقلص العضلات (الليفيه العضليه) فيسبب شلل العضلات، ويكون الشلل واضحاً فى حالة التسمم الشديد، وتحدث الوفاة نتيجة شلل الجهاز التنفسى فى خلال ٣ - ٦ أيام، ويمكن الحصول على التوكسين فى صورة متبلورة وهو من أشد التوكسينات سميه، والتوكسين يتميز عن توكسينات التيتانوس والدفتريا بأنه يقاوم العصارة المعدية ويمتص سليماً، والتوكسين الذى ينتجه النوع A يكفى منه ١مجم لقتل $١٠^{٦}$ فأراً، والجرعة اللازمه لتسمم الإنسان ٠,١ µg، والتوكسين يشبه فى نشاطه نشاط الإنزيمات، إذ يؤدى لحدوث تحللات فى جسم الحيوان، ينشأ عنها مجموعة من المواد السامه، ينتج عنها علامات التسمم الخاصة بهذا الميكروب.

والتوكسين عبارة عن جلوبيولين لايتغير بالتبلور، ويتكون من سلسلة ببتيديه منفردة مكونه من ١٩ حمض أمينى، وزنها الجزيئ ١٥٠,٠٠٠ دالتون.

وبالنسبة للأنواع السامه للإنسان (A , B , E , F) يلاحظ أن:

السلالات المحلله للبروتين A B F	السلالات غير المحلله للبروتين B E F
تنتج إنزيمات (بروتينيز) داخلية تحلل التوكسين الناتج (١٥٠,٠٠٠ دالتون) إلى: – سلسله ثقيله وزنها الجزيئ ١٠٠,٠٠٠ دالتون – سلسله خفيفة وزنها الجزيئ ٥٠,٠٠٠ دالتون	فإن سلسله السم الببتيديه تفرز كاملة فى البيئه (١٥٠,٠٠٠ دالتون)، وتسمى فى هذه الحاله توكسينات غير نشطه، وتصبح نشطة وسامه بمعاملتها بأنزيمات البروتينيز الخارجيه

وتتأثر التوكسينات بالحرارة، حيث يتم تكسيرها وتحللها بالحرارة thermolabile.

وللتوكسين صفات أنتيجينيه، فعندما يصل إلى الدم يدفع الجسم إلى إنتاج أجسام مضادة (مضادات توكسينيه) نوعيه تناسب نوع التوكسين المحقون، وتحضر التوكسيدات toxoids لبعض الأنواع لإستخدامها لقاحاً للعاملين فى مجال الأغذيه، حيث أنها (التوكسيدات) تحفز الجسم على إنتاج مضادات للتوكسين تعادل التوكسين الميكروبى المتكون بجسم العائل.

ويتأثر إنتاج التوكسين فى الغذاء بعوامل منها:

- تركيب الغذاء أو بيئة النمو: فتشجع البيئات المحتويه على لبن أو كازين على إنتاج التوكسين.
- الأس الأيدروجينى pH: **تشجع قلة الحموضه (إرتفاع pH)** إنتاج التوكسين، فقد وجد أنه على pH ٤,٥ يمتنع إنتاج التوكسين فى معظم الأغذية.
- الرطوبة: يتوقف إنتاج التوكسين بإنخفاض رطوبة الغذاء عن ٣٠٪.
- ملح الطعام: يمتنع نمو الميكروب وإنتاج التوكسين فى وجود ٦ – ٨٪ ملح طعام.
- الحرارة: الحرارة المثلى لنمو السلالات المحلله للبروتين وإنتاج التوكسين ٣٥ °م أما الحرارة المثلى لنمو السلالات غير المحلله للبروتين فهى ٢٦– ٢٨ °م.

ملحوظه:

يضم التسمم البتيولينى أربعة أنواع:

١– التسمم الكلاسيكى المحمول بالغذاء: classical food borne botulism

يحدث نتيجة تناول سماً مكوناً بالغذاء

٢- التسمم الجرحى: Wound botulism

يحدث نتيجة إفراز السم فى الجرح الملوث ويعتبر ذلك النوع أقل شيوعاً.

٣- التسمم غير المحدد Undetermind botulism

يحدث فى الأفراد الأكبر من عام، ولا يكون الغذاء أو الجرح مصدراً لحدوثه، حيث يفرز السم فى الأمعاء بصورة مشابهه لبوتيوليزم الرضع أى عقب نمو وتكاثر الميكروب.

٤- تسمم الرضع Infant botulism

ويحدث نتيجة إفراز السم فى القناة المعوية للرضع عقب نمو وتكاثر الميكروب .

ويعتبر النوع الكلاسيكى وهو يصيب الكبار adult botulism

وتسمم الرضع البتيولينى infant botulism أكثرها شيوعاً. ويختلف كل منهما عن الآخر من حيث كيفية الأصابة وأعراض الأصابه.

أ- من حيث كيفية الأصابه:

فى البالغين تحدث الأصابة نتيجة تناول غذاء يحتوى توكسين سبق إفرازه فى الغذاء بواسطة الميكروب أى in vitro إذ أن الحموضة فى معدة البالغين لاتسمح بنمو الجراثيم وإنتاج التوكسين، كما أن المنافسة الميكروبيه فى الأمعاء تحد من نمو *Clo. botulinum*. أما فى الأطفال فيحدث التسمم نتيجة تناول جراثيم الميكروب التى تستوطن الأمعاء وينتج التوكسين in vivo عقب إنبات الجراثيم، إذ أن حموضة معدة الأطفال قريبه من التعادل فتشجع نمو الميكروب وإنتاج التوكسين، هذا بجانب عدم وجود فلورا طبيعيه كافية لمنافسة الميكروب، إلا أن الرضاعة الطبيعيه للطفل قد تحمى الطفل من نمو الميكروب فى معدته، إذ أن لبن الأم يحتوى أجساماً مضادة تعمل على تجمع الميكروب agglutination وبالتالى قد تؤخر من ظهور أعراض المرض، ويلاحظ أن الأطفال الأكبر سناً أقل تعرضاً للأصابه نظراً لإكتمال الفلورا الطبيعيه فى أمعائهم، والتى تعوق نمو الميكروب وإنبات الجراثيم وإنتاج التوكسين.

ب- من حيث أعراض الأصابه

تتمثل الأعراض عند الباغين فى إضطراب الجهاز الهضمى غثيان - قئ - إسهال ثم إمساك - صداع - صعوبة البلع - صعوبه الكلام - جفاف الفم والحلق - إنتفاخ اللسان - شلل العضلات الأراديه وينتشر الشلل إلى الجهاز التنفسى والقلب وتحدث الوفاة لفشل الجهاز التنفسى وتحدث الوفاة فى حالة التسمم الشديد فى بحر ٣- ٦ أيام من تناول الغذاء المحتوى على التوكسين.

أما أعراض الأصابة فى الأطفال فتتمثل فى الضعف وعدم القدرة على الرضاعة، فقد السيطرة على الرأس والأمساك. وفى المراحل الشديدة من المرض توجد أعداد كبيرة من الجراثيم فى براز الأطفال، وعندما تتحسن الحاله المرضيه تقل هذه الأعداد، وعادة يصاب الطفل الرضيع (أقل من سنه) بأعراض الموت الفجائى sudden death ويطلق عليه cold death نتيجة شلل عضلات التنفس.

التركيب الأنتيجينى Antigenic structure

يتمثل أساساً فى الجسمى somatic (0) antigen والأنتيجين السوطى flagella or (H) antigen

مصادر العدوى: Sources of infection

يعتبر الماء والهواء من أهم مصادر هذا الميكروب خاصة المستنقعات الوحليه (ذات الوحل)، كما يوجد فى أمعاء الأنسان والحيوان، ويرتبط التسمم بالأغذية التى توفر ظروفاً غير هوائيه كالمعلبات، وفى دراسة عن الأغذية المسئوله عن حالات التسمم البتيولينى وجد أن الخضروات تمثل ٥٦٪ من حالات التسمم، الأسماك ومنتجاتها ١٤٪، الفواكه ١٠٪، اللحم ٣٪، اللبن ومنتجاته ٢٪ ومن ذلك نرى أن اللبن ومنتجاته ليست مصدر خطورة لهذا الميكروب، إذ أن اللبن السائل ليس وسطاً ملائماً لنموه لإن الميكروب لاهوائى، كما أن الألبان المتخمرة ليست وسطاً ملائماً لنموه، إذ أن الميكروب لايتحمل (pH المنخفضه) ولكن قد يسود الميكروب فى المنتجات اللبنيه المعلبه مثل الألبان المركزة والجبن المطبوخ.

المقاومه Resistance

تقتل الخلايا الخضريه على ٨٠ °م/٣٠ د بينما الجراثيم يمكنها مقاومـــة الغليـــان لمدة ٦ ساعات، ١١٥ °م/٤٠ د، ١٢٠ °م / ٣ : ٢٢ د، وتبقى الجراثيم فـــى القطـــع الكبيرة من اللحم، وكذا المعلبات حتى بعد التعقيم (١٢٠ °م /١٥ د)، ويمكنها البقاء فى محلول فينول ٥٪ لمدة ٢٤ ساعة، وتعيش فى المزرعة البكتيريه لمدة عام، والتركيـــز المرتفع من الملح أو السكر يمنع نمو الميكروب أما بالنسبه للتوكسين فهو غير مقـــاوم للحرارة إذ يوقف الغليان / ١٥ د مفعول السم بينما يظل الميكروب مقاومـــاً للحـــرارة كما أن السم غير ثابت عند pH أعلى من ٦,٨، ويتلف فى الجبن بمعاملتها بأشعة جاما (٧,٣ ميجاراد Mrad)، ويظل السم فى الغذاء فترة طويله عند الحفـــظ علـــى حـــرارة منخفضه.

مدة الحضانه incubation period:

١٢ : ٩٦ ساعة ومعدل الوفاة mortalality rate عالى جداً.

أعراض المرض Symptoms:

تحدث العدوى بواسطة سم خارجى، يمتص فى الأمعاء وينتقل إلى الـــدم ويـــؤثر على النخاع والعظام والأوعية الدمويه والقلب، وكان يعتقد أن التـــسمم البتيـــولينى ذو طبيعة سمية فقط، ولكن ثبت أنه يؤثر على عديد من أعضاء الجسم، وقد سبق الحديث عن الأعراض ومقارنة بينها عند البالغين والأطفال.

المناعة Immunity:

الأصابه بالمرض (بالتسمم) لاتعطى مناعة لرجوعه The illness does not give immunity for reoccurance.

الوقاية والعلاج: prophylaxis

تجنب تعاطى اللحوم والأسماك المشويه، وكذا الأغذية المعلبه المنتفخة العلبه وكذا المجمدة (خام أو مطبوخه) التى تم تسييحها وحفظها على حرارة الغرفه، مـــع غلـــى الغذاء المشكوك فيه لفترة لاتقل عن ١٥ د، حيث يتم تكسير وتحلل التوكـــسين. وفـــى

حالات حدوث تسمم يمكن عمل غسيل للمعدة بمحلول قلوى مثل برمنجانات البوتاسيوم أو محلول الصودا (كربونات صوديوم) فمن المعروف أن السم غير ثابت على pH أعلى من ٦,٨ مع إعطاء مضاد للسم polyvalent botulism antitoxin للأنواع A B E F (٥٠,٠٠٠ : ١٠٠,٠٠٠ وحدة) ويكرر الحقن بنفس الجرعة خلال ٥ – ١٠ ساعات إذا لم يحدث تحسن، وكل الأشخاص الذين تناولوا طعاماً حدث منه ولو حالة تسمم واحدة يعطوا جرعة من مضاد السم (٢٥٠٠٠ : ٥٠,٠٠٠ وحدة) كوقايه وقد يحقن المضاد مع محلول ملحى sline وجلوكوز وفيتامين C، الثيامين. وقد يصل معدل الوفاة إلى ١٠٪.

ب- التسمم البرفرنجى perfringens food poisoning (التسمم الهدبى)

مقدمه:

أكتشف الميكروب المسبب للمرض عام ١٨٩٢، وأمكن عزله من ٧٠ – ١٠٠٪ من الأشخاص المصابين بالغرغرينا الغازيه gas gangarene أثناء الحربين العالميتين الأولى والثانيه فالميكروب يوجد فى أمعاء الحيوانات والإنسان، ويمكنه أن يعيش لسنوات فى التربه فى صورة متجرثمه، والتسمم الناتج عنه هى إصابه غذائيه فعند تناول الغذاء الملوث بالميكروب ينمو الميكروب فى الأجزاء العليا من الأمعاء وينتج سماً معوياً enterotoxin (سم داخلى).

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

هو *Clostridium perfringens* يوجد سته أنواع من الميكروب A, B, C, D, E, F تختلف فى خواصها السيرولوجيه وتوكسيناتها، ومن أهم هذه الأنواع الممرضه للإنسان النوعان A, C وفيما يلى أهم خواص أنواع هذه البكتريا (جدول ١٢).

جدول (١٢) خواص الأنواع السيرولوجيه لبكتريا *Clo. Perfringens*

النوع	الخواص
A	سام للإنسان، كما يسبب الغرغرينا عندما ينفذ إلى الجسم عن طريق غير الفم أى عن طريق غير طريق الأمعاء parenteral rout. يفرز توكسين من النوع α وهو سم معوى يسبب جميع حالات التسمم الغذائى، ويحدث وفاة لكبار السن والضعفاء، والسم غير مقاوم للحرارة يتلف على ٦٠ °م / ١٠ د، يقاوم إنزيم التربسين، كيموتربسين، البابايين

النوع	الخواص
B	مسئول عن الدوسنتاريا فى الخرفان وبعض الحيوانات الأخرى
C	يسبب نزيفاً دموياً haemorrhagic ونزيفاً معوياً enterotoxaemia فى الماعز والغنم، ونادراً ما يصيب الأنسان ولكنه أكثر سميه من النوع A حيث يفرز نوعان من السموم β , α ويتميز السم β بأنه أكثر مقاومه للحرارة، ويسبب تليف المعاء، وتصل معدل الوفاة ٣٥ – ٤٥٪، كما أنه يحدث تغيرات كبيرة فى ضغط دم الحيوانات المختبرة قد تنتهى بتوقف القلب، وتغيرات فى أنويه الخلايا الدمويه وحيدة النوايا monocytes.
D	يسبب تسمماً معويا enterotoxaemia فى الإنسان والحيوان
E	يسبب تسمماً معويا enterotoxaemia فى الخرفان والعجول
F	مسئول عن إلتهاب الأمعاء وموت أنسجتها

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

- الميكروب عصوى طوله (٤ – ٨ μ ميكرون) وعرضه (١ – ١,٥ μ ميكرون)، بنهايات مستديرة.
- متجرثم يعطى جراثيم بيضاويه مركزيه أو قريبه من المركز.
- تعطى المزارع الحديثه جرام موجب والمزارع القديمه جرام سالب.
- أقل حاجة للظروف اللاهوائيه Less anaerobic عن غيره من البكتريا المسببه للغرغرينا.
- لاينمو على أقل من ١٥ °م، ولا أكثر من ٥٠ م والحرارة المثلى ٣٥ – ٣٧ °م.
- الأس الأيدروجينى (pH) الأمثل ٦ – ٨، ويمكنه النمو على ٥ – ٩ (pH).

ينموعلى البيئات الطبيعية التى تستخدم فى نمو البكتريا اللاهوائيه، وفى مزارع الأجار ذات الوخذ العميق تعطى مستعمرات تشبه القرص أو حبات العدس، وعلى بيئة أجار الدم المحتويه جلوكوز تعطى مستعمرات رمادية ناعمه تشبه القرص ذات مركز مرتفع.

المقاومه Resistance

الميكروب مقاوم للتجميد (– ١٥ إلى – ٢٠ °م) ومقاوم نسبياً للحرارة، والخلايا الخضريه أكثر حساسيه لفوق أكسيد الأيدروجين والفينول المستخدم فى التطهير ويمكن تثبيط نموها بتركيز ٦٪ ملح طعام والجراثيم تقاوم الغليان لمدة ٨ – ٩ د.

الخواص التخمرية Fermintation properties

يجبن سيرم الدم والبيومين البيض، وفى بيئة اللحم ينتج أحماضاً مثـل البيوتريـك والخليك وكمية كبيرة من الغـازات (H_2, Co_2 , SH_2, NH_3) وينـتج أمينـات طيـارة وألدهيدات وكيتونات، ويخمر الجلوكوز، الليفولوز، الجالاكتوز، المالتوز، السـكروز، اللاكتوز، الجليكوجين مع إنتاج حمض وغاز، ولايخمر المانيتول، ويـسيل الجيلاتـين ببطء، ويختزل النترات لكنه لايكون إندولا أو يكونه فى صورة أثار.

إنتاج السموم Toxin production

عند تناول غذاء به أعداد كبيرة من الخلايا الخضريه الحيه ($١٠^{٦}$ – $١٠^{٧}$ خليـه خضريه/ جم) فإن هذه الخلايا تتكاثر داخل الأمعاء وتكون جـراثيم، وأثنـاء تكـوين الجراثيم يتكون السم داخل الجراثيم ثم تنحل جدر الجراثيم داخل الأمعاء الدقيقه لينطلق منها السم. ويلاحظ أن السم لا يتكون أثناء تكوين الجراثيم خارج جسم العائـل. ومـن ذلك نرى طبيعة التسمم الغذائى البرفرنجى يختلف عن التسمم البنـشيولينى والتـسمم العنقودى، إذ أنه فى التسمم البرفرنجى تتكون الجراثيم داخـل جـسم العائـل in vivo ويتكون السم داخل هذه الجراثيم ثم تنحل جدر الجراثيم وينطلق السم إلى الأمعاء، أمـا فى التسمم البتشيولينى والتسمم العنقودى يقترن التسمم بتواجد التوكسين فى الغـذاء in vitro الذى يتناوله الإنسان، والسم يعرف بإسم α ñ toxin وهو أهم أنواع السموم التى ينتجها الميكروب، وهو بروتين إنزيمى معقد وزنه الجزيـئ ٣٥,٠٠٠ دالتـون، لـه تأثيرات عديدة فهو مميت، محلل للدم haemolysis كما أنه يـسبب مـوت موضـعى للأنسجة necrotic كما أنه توكسين عصبى ويحتوى عدة أنزيمات منها:

Collagenase, prateinase, lecithinase, desoxyribonuclase, gelatinase, hyaluronidase ومادة تحلل الفيبرين fibrinolysin لذا كان لهـذا الـسم عـدة تـأثيرا بيولوجيه منها:

١- يحدث إضطراباً للخلايا الطلائية والأمعاء، حيث يثبط إمتصاص الجلوكوز ويزيد من إفراز الماء وأيونات Na^+, Cl^- مما يؤدى لزيادة كبيرة فـى حركـة الـسوائل وتجمعها فى تجويف الأمعاء وبالتالى حدوث الأسهال، ويفرز التوكسين فى بـراز المصاب (٣ – ١٦ µg / جم براز).

٢- يتسبب فى الموت الموضعى necrotic للأنسجة وذلك نتيجة للعمل المشترك لكل من Collagenase, lecithinase, hyaluronidase حيث يتلف Collagenase, hyaluronidase الأنسجة الرابطة للعضلات، ويقوم إنزيم lecithinase بتحلل الليثسين الموجود فى أغشية العضلات وكذا فى الخلايا الدمويه الحمراء الموجودة فى النسيج الضام وهذا كله يؤدى إلى زيادة نفاذيه الأوعيه الدمويه الصغيرة وبالتالى حدوث الغرغرينا، كما تسبب هذه التغيرات تقلص العضلات الملساء مثل عضلات القصبات الهوائيه والرئتين والقلب والرحم والقناة الهضمية، وتشويش المراكز العصبيه disturbance of the nerve centers ويحدث إختناق نتيجة هدم كرات الدم الحمراء.

مصادر العدوى: Sources of infection

تعتبر التربه وامعاء الإنسان والحيوان من أهم مصادر العدوى، كما تعتبر الأغذيه المعبأه والخضروات والأسماك واللحوم أكثر الأغذيه شيوعاً فى هذا التسمم خاصة اللحوم التى تم طهيها ثم تركت تبرد ببطء مع حفظها بعض الوقت قبل تناولها.

مدة الحضانه incubation period:

٨ – ٢٤ ساعة بعد تناول الطعام الملوث.

أعراض المرض Symptoms:

آلام فى البطن – إسهال – غثيان – إجهاد لكبار السن والأطفال، وقد تكون الأعراض مصحوبه بحمى وقئ مما يسبب الوفاة أحياناً بين المرضى كبار السن والضعفاء نتيجة الجفاف، وتستمر الأعراض فترة قصيرة (حوالى يوم) وقد يصل معدل الوفاه إلى ٣٠ – ٤٠٪.

الوقاية والعلاج: prophylaxis

١- التبريد السريع للحوم المطهية (٥,٥ °م أو أقل) لمنع نمو الجراثيم والتكاثر.

٢- إعادة التسخين الكامل للأغذيه المحفوظه بالتبريد لدرجة حرارة أعلى من ٦٥ °م قبل إستهلاكها للقضاء على ما قد يوجد من خلايا خضريه.

٣- بسترة اللبن على حرارة ٨٥ °م ومنع تلوثه بعد البسترة.

٤- النظافة الشخصيه للعاملين فى مجال إعداد وتداول الأغذيه وتطهير الأوانى بالمطهرات المناسبه.

٥- التحصين باستخدام التوكسيد toxoid المحضر من مزارع *Clo. Perfringens*.

ثانياً أمراض وتسمم ناتج عن جنس Bacillus

أ- التسمم الغذائى الباسيلى Bacillus cereus food poisoning

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

Bacillus cereus: وهو منتشر فى الطبيعة ويمكن عزله من عديد من المنتجات اللبنيه.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

عصوى متجرثم (جراثيم بيضاوية أو إسطوانية)، هوائى أو لاهوائى إختيارياً مقاوم للحرارة، المدى الحرارى له ١٠ - ٥٠ °م والحرارة المثلى ٢٨ - ٣٥ °م. مدى الـ pH ٤,٤ - ٩,٣، aw ٠,٩١٢. لاينمو فى وجود ١٠٪ ملح، الجراثيم مقاومة للحرارة، متحرك موجب لجرام.

الخواص التخمرية Fermintation properties

يخمر الجلوكوز لاهوائياً ويكون حمضا، يحلل الجيلاتين والدم B- haemolysis يعطى إختباراً موجباً للكاتليز. وليس له القدرة على تكوين الحمض من المانيتول أو اللاكتوز، لاينتج الأندول. غالباً ما يختزل النترات.

إنتاج السموم Toxin production

يفرز السم فى الغذاء عند محتوى الجرام من الغذاء $١٠^{٦}$ - $١٠^{٧}$ CFU وتنتج السلالات المسببه للتسمم نوعين من السموم:

١- توكسينات خلويه Cytotoxins منها:

Lecithinase (phospholipase c), hemolysin, protease, B - lactomase, cereolysin.

٢- توكسينات معويه Enterotoxins: وهى عبارة عن ببتيد وزنه الجزيئ ٥٠,٠٠٠ دالتون وهى المسئوله عن أعراض التسمم الغذائى وهى نوعان:

توكسين معوى مسبب للقئ	توكسين معوى مسبب للإسهال
١- يحدث عقب تناول غذاء ملوث بالتوكسين، بمعنى أن التوكسين يكون فى الغذاء ولم يقضى عليه أو على الميكروب المنتج له بعملية الطهى	١- يحدث عقب تناول غذاء ملوث بالجراثيم حيث تنمو الجراثيم فى القناة الهضمية وتنتج التوكسين
٢- مقاوم للحرارة (١٢٠ °م / ٩٠ د) ومقاوم للتحلل بالببسين أو التربسين.	٢- غير مقاوم للحرارة، ويتحلل بالتربسين
٣- أنتيجينات الأسواط (H) المسئولة عن التسمم القيئ H.1 , H.3 , H. 8	٣- أنتيجينات الأسواط (H) المسئولة عن التسمم الأسهالى H.1 , H. 2 , H.8
٤- أقصى إنتاج للتوكسين على حرارة ١٥ - ٥٠ °م	٤- أقصى إنتاج للتوكسين على حرارة ١٨ - ٤٣ °م
٥- مدة الحضانه ١ - ٦ ساعات	٥- مدة الحضانه ١٨ - ١٦ساعه
٦- أعراض الإصابه: غثيان - نادراً ما يحدث إسهال أو إرتفاع فى الحرارة، ويحدث الشفاء خلال ٢٤ ساعة، ولا يحدث مضاعفات	٦- أعراض الإصابه: غثيان - ألم فى البطن مع تقلصات وإسهال مائى شديد مع إرتفاع الحرارة، ونادراً ما يحدث قئ ويحدث الشفاء خلال ٢٤ ساعة، دون مضاعفات

التركيب الأنتيجينى Antigenic structure

الأنتيجين السوطى flagella or (H) antigen

مصادر العدوى: Sources of infection

الأرز المطبوخ - البطاطس الهروسة، الجبن المطبوخ، الألبان المكثفة، القشدة المبسترة، فقد أظهرت بعض الدراسات وجوده فى ٣٥٪، ١٥٪ من عينات اللبن الخام والمبستر على التوالى، كما عزله البعض من لبن UHT ومصدره فى اللبن الخام هو التلوث بالجراثيم من حلمة وجلد الحيوان، وكذا التلوث من التربه، ومن ألبان الحيوانات المصابه بإلتهاب الضرع، إذ يسبب الميكروب مرض إلتهاب الضرع.

الوقاية:

تبريد اللبن ومنتجاته أثناء التخزين والعناية أثناء القفل، تجنب التلوث من الجـو، العناية بالشروط الصحيه.

ب- مرض الحمى الفحميه Anthrax

مقدمه :

هذا المرض من الأمراض المعدية الحادة فى الماشيه، وينتقل من الحيـوان إلـى الإنسان عن طريق دخول الميكروب جسم الإنسان عبـر الخـدوش والجـروح عنـد ملامسة الحيوانات المصابه أو جلودها أو دمائها. ويعد هذا المرض من الأمراض التى يجب التبليغ عنها للسلطات الصحيه. ويوجد نوعان من هذا المـرض الأول يـصيب الجلد cutaneus type ومدة حضانته ١٢ -٢٤ ساعة، والثانى يصيب الرئه pulmonary type ويسبب الوفاة.

الميكروب المسببه للمرض Causative bacteria

Bacillus anthracis: والأنواع الخضريه تتأثر بالبسترة، أما المتجرثمـه فيمكنهـا البقاء حيه ٢٤ عاماً وتباد بتسخين اللبن على ٩٠ °م / ٤٥ د أو بحرارة البخـار ١٠٠ °م / ١٠ د.

مصادر العدوى: Sources of infection

عن طريق اللحم meat borne, نادراً ما ينتشر عن طريق اللبن، إذ أنه عند شـدة إصابة الحيوان فإن الحيوان نادراً ما يفرز لبنه، وقد يموت الحيـوان قبـل وصـول الميكروب إلى الضرع، وإن حدث أن أفرز الحيوان لبناً فإن اللبن الناتج يكون متغيـراً بصورة تجعله غير صالح للإستهلاك، كما تقل كمية اللبن فجأة ولكن قد ينتقل جزء من هذا اللبن إلى ألبان ناتجة من حيوانات سليمه مما يسبب العدوى للأنسان.

التشخيص: Diagnosis

فحص براز الشخص المصاب والحقن فى خنزير غانا حيث يصاب بـتعفن الـدم septicaemia الذى يعقبه الموت.

الوقاية:

عدم إستخدام لبن الحيوان المصاب - قتل الحيوانات المصابه - تطهير مخلفات الحيوانات المصابه - العناية الصحيه وفى حالة حدوث أى حالة مرضيه بين الحيوانات يتم وضع القطيع تحت الملاحظه الطبيه لمدة أسبوعين على الأقل من تاريخ ظهور المرض، واثناء تلك الفترة يستبعد أى حيوان تظهر عليه أعراض المرض والتى تتميز بفقد الشهيه، وإرتفاع درجة الحرارة. ولابد من تحصين الحيوانات ضد المرض، مع التخلص من اللبن وعدم إستخدامه لمد تتراوح من ٣ - ٣٠ يوماً بعد التحصين، ولذا يستحسن التحصين فى فترة جفاف الحيوان.

٥- التسمم الغذائى الناشئ عن بعض البكتريا التابعة لعائلة Micrococcaceae

يتبع هذه العائلة ٣ أجناس Staphylococcus, Micrococcus, Planococcus وأفراد العائلة موجبه لصبغة جرام، كرويه منفردة أو فى أزواج أو أربع خلايا أو مجمعه أو فى كتل غير منتظمه أو فى سلاسل؛ ومعظم الأجناس تكون صبغات حمراء وقرمزيه صفراء وبرتقاليه غير ذائبه فى الماء.

وتسبب بعض الأنواع التابعة لهذ العائلة تسممات غذائية منها التسمم الغذائى العنقودى والبكتريا المسببة له *Staphylococcus aureus* وهى إحدى البكتريا التابعة لجنس Staphylococcus. وفيما يلى بعض خواص هذا الميكروب.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

الميكروب كروى (٠,٥ - ١,٥ µm) يوجد فى أزواج أو سلاسل قصيرة أو عناقيد، حيث تتكاثر خلاياه فى أكثر من إتجاه لتعطى تجمعات غير منتظمه ثلاثيه الأبعاد، موجب لجرام، غير متحرك، وغير متجرثم، هوائى ولاهوائى إختيارياً ولكن يفضل الظروف الهوائيه، ينمو فى حرارة ما بين ٧ - ٤٢ °م (٣٧ °م) والـ pH مابين ٤ - ١٠ (٦ - ٧)، خلاياه أصغر من Micrococcus، ينتج العديد منها صبغات ما بين الرمادى إلى صفراء أو برتقاليه، ويتأثر ذلك بظروف النمو، والمستعمرات ناعمه لامعة حجمها ٤ - ٦ مم، وفى بيئة المرق broth يتغير النمو من عكارة إلى راسب دقيق يسهل نشره.

الخواص التخمرية Fermintation properties

يحلل البروتين الحيوانى (كازين - جيلاتين - فيبرين) دون إنتاج روائح غير مقبولة، يختزل النترات ويكون الأمونيا من الأرجنين، موجب للكتاليز، ينتج الحمض هوائياً أو لاهوائياً من عديد من السكريات، ومعظم النواتج النهائية من تمثيل الجلوكوز هى CO_2 والخلات تحت الظروف الهوائيه، واللاكتات تحت الظروف اللاهوائيه ويحتاج الميكروب مصدرا عضويا نيتروجينيا (أحماض أمينيه) وفيتامينين أو أكثر للنمو فى البيئة الصناعية.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب سموماً تفرز خارج الخليه extracellular وهى نوعان:

أ- سموم خلويه cytotoxin: ومنها

Staphylosins (α, β, ɣ, δ δ haemolysins), fibrinolysin, lecithinase, coagulase, thermostable nuclease (TNase), leucocidin, necrotizing factor, lethal factor.

ب- سموم معوية Enterotoxin

تنتجها الخلايا فى جميع مراحل النمو، وهى أكثر سموم هذه البكتريا أهمية. وهى عبارة عن بروتينات قاعدية بسيطه من سلسله فرديه منخفضة الوزن الجزيئ (٢٦٠٠٠ - ٢٩٠٠٠ دالتون)، والصورة النقية من هذه السموم مادة بيضاء زغبيه fluffy هيجروسكوبيه قابلة للذوبان فى الماء والمحاليل الملحية. والجرعة السامه ١٠٠ - ١٠٠٠ ng تبعاً لنوع السم. وهذه السموم توكسينات عصبيه تؤثر على الجهاز العصبى المركزى، وتثير مراكز القئ فى المخ، ولاتؤثر على الأغشيه المبطنه للقناه الهضمية، وهى سموم مقاومه للأنزيمات المحلله للبروتين (الرنين - الببسين - التربسين - الكيموتربسين - البابايين) مما يساعد على مرور التوكسين فى القناه الهضمية والوصول إلى المواقع التى تؤثر عليها.

والسموم المعويه التى تنتجها هذه البكتريا ثابته حرارياً لاتتلف بالغليان حتى ١٥ د، لذا لها القدرة على مقاومة المعاملات الحراريه للبن ومنتجاته. وهى تسبب

إلتهاباً بالمعدة والأمعاء. وتظهر هذه الأعراض فى بحر ١- ٦ ساعات من تناول طعام ملوث بالسم.

ويتأثر إنتاج هذه التوكسينات بعدة عوامل من أهمها:

- نوع الغذاء: فإحتواء الغذاء على كمية كبيرة من البروتينات شجع إنتاج التوكسين.
- درجة الحرارة: فأنسب درجة حرارة لإنتاج التوكسينات ٤٠ °م (١٦- ٤٦ °م).
- العدد الكلى للبكتريا فى الغذاء: إذ تتكون هذه السموم بصورة أسرع فى الألبان منخفضة العدد الكلى من الميكروبات إذ أن اللبن الأقل جودة نظراً لإحتوائه على كمية كبيرة من البكتريا فإنها تنافس *St. aureus* على الغذاء كما أنها تؤدى إلى زيادة الحموضه وهذه عوامل تعوق إنتاج التوكسينات المعويه.

أنواع التوكسينات المعويه التى تنتجها بكتريا *St. aureus* .

يوجد ثمانية أنواع مختلفة من هذه التوكسينات ذات خواص أنتيجينيه مختلفة ويوضح الجدول التالى (١٣) هذه الأنواع

جدول (١٣) أنواع التوكسينات المعويه التى تنتجها بكتريا *St. aureus*

النوع	خواصه
A	تنتجه السلالات المعزوله من الإنسان، وينتج بكميات كبيرة، ويعتبر أكثر التوكسينات شيوعاً فى التسمم الغذائى، وهو يتكون من سلسلة ببتيديه (٢٣٩ – ٢٩٦ حمض أمينى) وزنه الجزيئ ٣٤٠٠٠ دالتون والسم الخام يفقد نشاطه بالتسخين ١٠٠ °م /١٣٠ د أما المستحضر النقى منه فيفقد نشاطه كلية بالتسخين لمدة دقيقة واحدة. يحكمه كروموسوم وينتج أثناء مرحلة النمو اللوغارتمى logarithmic.
B	يتميز بأرتفاع سميته وينتج فى مرحلة الثبات من نمو الميكروب. ولايسبب حالات تسمم كبيرة حيث يفقد فاعليته نتيجة تفاعله مع بعض مكونات الغذاء مثل البوتاسيوم والكلور والفلور، هو يتكون أيضاً من سلسلة ببتيديه (٢٣٩ – ٢٩٦ حمض أمينى) وزنه الجزيئ ٣٠,٠٠٠ دالتون طرفها الأمينى حمض الجلوتاميك وطرفها الكربوكسيلى حمض الليسين، وهومقاوم للملح ١٠٪. ومقاوم للحرارة فالمستحضر النقى منه يفقد نشاطه كلية على ١٠٠ °م / ٨٥ د، لذا فبسترة اللبن غير كافية لهدم هذا التوكسين، يحكمه بلازميد وينتج أساساً فى نهاية Stationary phase

النوع	خواصه
C1, C2, C3	وجميعها تنتج فى نهاية مرحلة الثبات من نمو الميكروب Stationary phase ويحكمها بلازميدات وجميعها مقاوم للملح (١٠٪)، ومقاومة نسبياً للحرارة ٩٠ °م / ٣٠ د، وتختلف هذه المجموعة فى وزنها الجزيئ ودرجة i.e.p C1 وزنه الجزيئ ٣٤١٠٠ دالتون، i.e.p ٨،٦ pH C2 وزنه الجزيئ ٣٤٠٠٠ دالتون، i.e.p ٧،٠ pH
D	ينتج فى مرحلة النمو اللوغاريتمى للميكروب وبكميا كبيرة ويلى توكسين A فى شدة سميته ويحكمه كروموسوم
E	يتكون من سلسلة ببتيديه (٢٣٩ – ٢٦٩ حمض أمينى)
F	أقل السموم الثمانية إنتشاراً. وحديثاً أمكن عزل I, H, G والمعلومات عنها محدودة

مصادر العدوى: Sources of infection

يعتبر الإنسان هو المصدر الأول لتلوث اللبن بهذا الميكروب، إذ يوجد الميكروب على الجلد وفى الأنف والجروح، كما أن حيوانات اللبن المصابه بإلتهاب الضرع تحمل الميكروب فى ضرعها إذ أنه مسئول عن هذا المرض. وعموماً فأن اللبن ومنتجاته واللحوم ومنتجاتها والأسماك والسلطات ومواد حشو المخبوزات من أكثر الأغذية المسببه للتسمم ويحدث التسمم عندما يتواجد الميكروب فى الغذاء بمعدل $١٠^{٨}$ خلية / مل أو جم أو أكثر.

المقاومه Resistance

يتحمل نشاطاً مائيا منخفضا (٠,٨٣ – ٠,٨٦ aw) ويقاوم العديد من المضادات الحيويه مثل البنسلين، ويقضى على الميكروب بتعرض الغذاء لإشعة جاما (٠,٣٧ – ٠,٤٨ ميجاراد Mrad) يتحمل الملوحة ينمو جيداً فى ١٠٪ Nacl ونسبياً حتى ١٥٪ Nacl.

أعراض التسمم Symptoms

زيادة إفراز اللعاب – غثيان – قئ – تقلصات فى البطن – إسهال وقد يوجد دم ومواد مخاطية فى البراز – صداع – تقلصات فى العضلات – حمى – عرق – قشعريرة – إجهاد – ضعف النبض – إنخفاض ضغط الدم – صعوبة التنفس – الوفاه

نادرة فى هذا التسمم. وتستمر الأعراض ٢٤ – ٤٨ ساعة ونادراً بضعة أيام، وعموماً يشفى المريض بدون مضاعفات.

المناعة Immunity: لاتنشأ مناعة عن الأصابة بالميكروب.

مدة الحضانه incubation period: ١- ٦ ساعات بمتوسط ٣ ساعات وقد تم تسجيل أقصر فترة حضانه (٣٠ د) وأطول فترة (٨ ساعات).

الوقاية والعلاج: prophylaxis

١- عزل الحيوانات المصابه بإلتهاب الضرع وإستبعاد ألبانها.

٢- منع الأشخاص المصابين (عمال – كلافين) من التعامل مع اللبن وكذا المصابين بجروح أو قروح أو خراجات.

٣- رغم أن الحرارة كافية للقضاء على الميكروب إلا أنها لاتهدم السم المعوى enterotoxin وعليه يجب معاملة اللبن حرارياً فى بحر ساعات قليله من إنتاجه، كما يجب التبريد الكافى للبن بعد الأنتاج مباشرة إلى ١٠ °م أو أقل وحفظه لحين بسترته فهذا يعوق من تكاثر البكتريا وبالتالى من إنتاج السم. كما أن سرعة تخمر اللبن من العوامل التى تقلل من فرصة نمو هذا الميكروب وإنتاج السم.

٤- فى معظم الحالات لايعطى علاج ماعدا فى الحالات الشديدة حيث يعطى المريض محاليل ملحيه وذلك لإستعادة التوازن الملحى ومعالجة الجفاف.

٦- التسمم الغذائى الناتج عن بعض أفراد البكتريا التابعة لعائلة Enterobacteriaceae

مقدمه:

قد يطلق على هذه العائلة إسم enterobacteria إذ من أفرادها ما يستوطن القناه الهضمية للإنسان والحيوانات الأخرى، ولكن منها أيضاً ما يرتبط بالنباتات والحبوب والتربه والماء، حيث توجد فى صورة بكتريا تعفنيه أو متطفلة أو تعيش معيشة تكافلية. وتتميز أفراد العائلة بأنها سالبه لجرام – عصويه صغيرة – متحركة أو غير

متحركة، تخمر الجلوكوز وتنتج حمض أو حمض وغاز. والأفراد التابعه لهذه العائلـــه هوائيه أو لاهوائيه إختيارياً بمعنى أنها:

أ- تحت الظروف الهوائيه فإنها تحصل على الطاقة اللازمـــه لهـــا مـــن المركبـــات العضويه مثل الكربوهيدرات عن طريق التنفس.

ب-أما تحت الظروف اللاهوائيه فإنها تحصل على الطاقه من تخمر السكريات عـــن طريق glycolytic pathway، وتنقسم التخمرات الناتجه تحت هذه الظروف إلى:

(أ) تخمر حمضى acid fermentation حيث تتخمر الـــسكريات لتعطـــى حمـــض البيروفيك فقط.

(ب) تخمر حمضى مختلط: حيث ينحل جزء من حمض البيروفيك ليعطى خليطاً من أحماض عضويه وكحول إيثايل وهيدروجين وثانى أكسيد الكربون فقـــط mixed acid fermentation.

(ج) تخمر بيوتينى butanediol fermentation: حيث يتكون مركب 2- butanediol 3 بجانب المركبات السابقه فى (ب).

وبجانب الإختبارات الكيموحيويه والفسيولوجيه المستخدمه فى تقـــسيم والتعـــرف على أجناس هذه العائله توجد الأختبـــارات الـــسيرولوجيه seriological tests والتـــى تستخدم فيها الأنتيجينات للتعرف على أنواع البكتريا، ومن أنتيجينات هذه العائلة:

أ- الأنتيجينـــات الجـــسمية antigens (o): وهـــى عبـــارة عـــن ســـكريات عديـــدة polysaccharides توجد على الطبقة الخارجية لجدار الخليه.

ب-الأنتيجينـــات الكبـــسوليه antigens (k): وهـــى عبـــارة عـــن ســـكريات عديـــدة polysaccharides يطلق عليها capsular polysaccharides.

ج- الأنتيجينات السوطيه antigens (H) وهى عبارة عن مواد بروتينيه توجـــد علـــى أسواط الخلية وتسمى أنتيجينات سوطيه flagella proteins.

وتضم هذه العائلـــة ١٢ جنـــساً هـــى Escherchia, Enterobacter. Salmonella, Shigella,Yersinia, Klebsiella, Serratia, Proteus, Hafnia, Citobacter, Ewinia, Eduardsiella.

وجميع الأجناس السابقة عدا الجنسين الأخيرين يمكن إعتبارها مرتبطة باللبن ومنتجاته. ويبين الجدول التالى (١٤) أهم الفروق بين الأجناس الثمانية الأولى التابعة لهذه العائلة.

جدول (١٤) أهم الفروق بين الأجناس الثمانية الأولى التابعة لهذه العائلة

الجنس	أوجه الأختلاف			
	نوع العدوى التى ينقلها اللبن	نوع التخمر	العائل Habitate	أهم الأنواع وما تسببه من مرض أو عيوب
Escherchia	تسمم غذائى حقيقى	**M . A**	أمعاء الثدييات	*E. coli*: دليل على التلوث بالميكروبات المرضيه – الأسهال الصيفى – إصابة القناة البوليه- بعضها تنتج توكسينات معويه
Salmonella	عدوى الغذاء _ أمراض	**M . A**	أمعاء الثدييات	*S. paratyphi* حمى التيفود وباراتيفود *S. enteritidis* يسبب تسمم غذائى يعرف بأسم Salmonellasis وهو يصيب المعدة والأمعاء ، وهوأقل خطورة من الحمى إلا أنه أكثر إنتشاراً .
Shigella	عدوى الغذاء	**M . A**	أمعاء الثدييات	S.dysenteria يسبب Shigellasis (الدوسنتاريا الباسيليه)
Yersinia	عدوى الغذاء	**M . A**	أمعاء الثدييات	*Y. enterocolitica* أمراض الإسهال – *Y. pestis* الطاعون
Proteus	غير معروف بالضبط	**M . A**	أمعاء الثدييات – تربه – ماء	متطفل على الإنسان والحيوان – يسبب أمراض القناه البوليه – إسهال عند الأطفال
Klebsiella	غير معروف بالضبط	**B . N**	أمعاء الثدييات – تربه – ماء	*K. pseumonia* تعفن الدم خاصة عند الأطفال septicemia أمراض الرئه خاصة عند الذين يعانون من التسمم الكحولى المزمن chronic alcohollism

الجنس	أوجه الأختلاف			
	نوع العدوى التى ينقلها اللبن	نوع التخمر	العائل Habitate	أهم الأنواع وما تسببه من مرض أو عيوب
Serratia	غير معروف بالضبط	B . N	ماء - غذاء - تربه	*S. marscescens* بكتريا تعفنيه - تصيب القناة البوليه والتنفسيه - تكون صبغات حمراء
Enterobacter	غير معروف بالضبط	B . N	براز	*E. aerogenes* دليل التلوث - إصابة القناة البوليه

M . A : Mixed fermentation

B . N : Butanediol fermentation

ونتناول فيما يلى أهم الأمراض والتسمم الغذائى الناتج عن بعض أفراد البكتريا التابعة للأجناس الأربعه الأولى المذكوره بالجدول.

أ- التسمم الغذائى الناشئ عن بعض الأفراد التابعة لجنس Escherchia

مقدمه:

تمثل البكتريا التابعة لهذا الجنس جزءاً من الفلورا الطبيعية فى الأمعاء الغليظه فى الإنسان والحيوان ومعظم السلالات التابعة لهذا الجنس الموجودة فى الأمعاء سلالات غير مرضيه، إلا أن بعض السلالات تستطيع أن تسبب عدوى معويه، وعدوى القناه البوليه، وبعضها يسبب تسمماً غذائياً وأحياناً تسمماً دموى، ويلاحظ أن الأنواع المرضيه غالباً ما تستوطن الجزء العلوى من القناه الهضمية، بينما الأنواع غير المرضيه فغالباً ما تستوطن الجزء السفلى من الأمعاء ومن أنواعها:

E. intermedia , E. freundi , E. coli.

ويعتبر *Escherchia coli* أهم البكتريا التابعة لهذا الجنس وهو أحد أفراد مجموعة الكوليفورم.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

بكتريا عصوية، فردية، سالبة لجرام، متحركة، غير متجرثمه، النطاق الحرارى لها ١٠- ٤٠ °م (المثلى ٣٧ °م) ونطاق الأس الأيدروجينى (٤,٥ – ٨,٥) والمثلى (٧

– pH ٧,٥)، تنمو على البيئات العاديه على حرارة الغرفه ، ويكون النمو مرئياً بعد يومين من الزرع، والبكتريا التى مصدرها حيوانات الدم البارد تنمو على ٢٢-٣٧ °م ولاتنمو على ٤٢-٤٣ °م وتكون عكارة وراسب أسود عند نموها فى مرق اللحم meat broth وتعطى مستعمرات قليله التحدب رمادية نصف شفافه عند نموها على بيئة أجار ببتون اللحم كما يختلف لون المستعمرات بإختلاف البيئة، فهى تعطى مستعمرات حمراء على بيئة ploskirev's medium ومستعمرات حمراء مع لمعان معدنى على بيئة Endo's medium ومستعمرات ذات لون أزرق قاتم على بيئة Leven's.

الخواص التخمريه Fermentation properties

لاتسيل الجيلاتين، تنتج الإندول، H_2S، تخثر اللبن مع إنتاج حمض وغاز، تختزل النترات إلى نتريت، تخمر السكريات مع إنتاج حمض وغاز، فتخمر الجلوكوز، الجالاكتوز، الرامينوز raminose الأرابينوز. الزيلوز Xylose، الليفولوز levulose والمانيتول. وأحياناً تخمر السكروز والرافينوز والجلسرين، وبالنسبه لإنتاج الأندول (+) وأحمر المثيل (+)، VP (–) وإستخدام السترات (–).

vp = voges ñ pros kauer reaction

المقاومه: Resistance

يمكنها تحمل الظروف البيئيه الخارجيه عدة شهور، تقتل بجميع وسائل التطهير كما يقضى عليها بالحرارة ٥٥ °م / ساعة، ٦٠ °م /١٠ د. والكشف عنها يستخدم للتعرف على مدى العناية بالتطهير أو التلوث من مصادر برازيه ويعبر عن ذلك بما يعرف بأسم

coli titre: وهو أقل كميه من الماء (المادة الغذائيه) المحتويه على خلية واحدة

Coli index: وهو عدد خلايا *E. coli* الموجودة فى لتر أو كجم من المادة الغذائيه.

إنتاج التوكسين Toxin production

بعض السلالات المرضيه تكون سموماً داخلية endotoxin وتظهر بعد (٢ يوم)، كما تكون سموماً خارجيه عصبيه غير ثابته حرارياً تتجمع فى مزارع المرق broth culture بعد ٢ : ٤ أيام ولبعض السلالات خاصيه تحلل الدم haemolytic.

التركيب الأنتيجينى Antigenic structure

يوجد لها ٣ أنواع من الأنتيجينات وهى:

- أنتيجينات جسميه مقاومه للحرارة ويتبعها حوالى ١٦٤ سلاله سيرولوجيه.
- K(Vi) أنتيجينات كبسوليه غير مقاومه للحرارة ويتبعها حوالى ١٠٠ سلاله سيرولوجيه.
- H أنتيجينات الأسواط غير مقاومه للحرارة ويتبعها حوالى ٥٦ سلاله سيرولوجيه.

ميكانيكيه العدوى:

تقسم سلالات *E. coli*: المرضيه المعويه تبعاً لميكانيكيه العدوى إلى:

أ- مجموعة مسئولة عن التسمم بالتوكسين (التسمم المحمول بالغذاء) Food intoxication ويبينها الجدول (١٥) وهذه تشمل:

١- التسمم الإيشريشى المعوى Entero toxigenic *E. coli*

٢- التسمم الإيشريشى الإسهال الدموى Entero hemorrhagic *E. coli*

ب- مجموعة مسئولة عن التسمم بالعدوى (العدوى المحمولة بالغذاء) Food toxic ñ infection ويبينها الجدول (١٦) وهذه تشمل:

١- التسمم الإيشريشى الغزوى Entero invasive *E. coli*

٢- التسمم الإيشريشى المرضى Entero pathogenic

جدول (١٥) المجموعة المسئوله عن التسمم بالتوكسين (تسمم غذائى حقيقى) food intoxication

الخاصيه	التسمم الإيشريشى المعوى Enterotoxigenic E. coli (ETEC)	التسمم الإيشريشى الإسهال الدموى Enterohemorrhagic E. coli (EHEC)
المصدر	من أصل حيوانى القناه الهضميه للحيوانات	غالباً من أصل آدمى، وقد عزل من ألبان حيوانات سليمه وأخرى مصابه بألتهاب الضرع، وينمو على حرارة الصيف مما يسبب إصابة الرضع بالأسهال

الخاصيه	التسمم الإيشريشى المعوى Enterotoxigenic E. coli (ETEC)	التسمم الإيشريشى الإسهال الدموى Enterohemorrhagic E. coli (EHEC)
مدة الحضانه والأعراض	١٢-٧٢ ساعة. والأعراض إسهال مائى حاد، ألم فى البطن، غثيان أحياناً، ونادراً ما يحدث قئ وتستمر الأعراض ١- ٧ أيام حيث يتم الشفاء، أما الأطفال فقد تستمر الأعراض عدة أسابيع مع حدوث جفاف خاصة الأطفال الذين يعانون من سوء التغذيه، له أعراض مثل الكوليرا	٢ - ١٢ يوم والأعراض إسهال مصحوب بدم غزير، وألم شديد فى البطن يشبه الزائدة الدوديه، وقد يحدث قئ. وتعرف الحاله بنزيف القولون الدموى haemorrhagic colitis (HC) وقد تستمر الأعراض ٨ أيام، وقد تتطور بعض الحالات (١٠٪) إلى ما يعرف بمرض البول الدموى Uraemic والذى يسبب إضراراً خطيرة للكلى تحتاج فيها لغسل أو زرع كلى
إنتاج التوكسين	ينتج توكسينات معويه enterotoxin مقاومه أو غير مقاومه للحرارة أو الأثنين معاً. ومسئوله عن إسهال الرضع والمسافرين، ويحفز إفرازات الأنسجة المعويه، ومعظم السلالات تنتج كلا النوعين ولكن بعضها ينتج نوعاً واحداً (أنظر الفرق بين نوعى التوكسين)	تنتج توكسينات خلويه cytotoxin واحد أو أكثر من هذه التوكسينات، حيث ترتبط هذه التوكسينات بالجليكوبروتين الموجود على سطح خلايا العائل وتثبط تخليق البروتين مما يؤدى لموت الخلايا، وهى حساسه للحرارة، وتصيب القولون أكثر من الأمعاء الدقيقه، وتسبب نزيف القولون الدموى

أ- التوكسين الغير مقاوم للحرارة Heat labile (LT)

عبارة عن بروتين وزنه الجزيئ (٨٥ × ١٠ ^{٣} D)، غير مقاوم للأحماض، يساعد الميكروب على الإرتباط بالخلايا الطلائيه المبطنه للأمعاء الدقيقه، ويؤدى لنشاط إنزيم adenylate cyclase مما يؤدى لزيادة مستوى cyclic adenosine monophosphate (CAMP) مما يؤدى لزيادة إفراز الإلكتروليتات وزيادة السوائل فى تجويف الأمعاء، وحدوث إسهال غزير وفقد الماء والألكتروليتات.

ب- التوكسين المقاوم للحرارة Heat stable (ST):

عبارة عن معقد من الكربوهيدرات والبروتين، وزنه الجزيئ (٣ × ١٠ ^{٣} D)، مقاوم للأحماض، يساعد البكتريا على الإرتباط بالخلايا الطلائيه ويؤدى لنشاط إنزيم guanylate cyclase

وبالتالى زيادة cyclic guanosin monophosphate (CGMP) مما يؤدى لزيادة إفراز السوائل فى تجويف الأمعاء، وحدوث إسهال مائى غزير وفقد الماء والإلكتروليتات.

جدول (١٦) المجموعة المسئولة عن التسمم بالعدوى Food toxic ñ infection

الخاصيه	التسمم الإيشريشى الغزوى أو العدوانى المعوى (الإجتياحى) Entero invasive E. coli (EIEC)	التسمم الإيشريشى المرضى Enteropathogenic E. coli (EPEC)
ميكانيكيه العدوى	تخترق (تغزو) الخلايا الطلائيه فى الأمعاء الدقيقه والقولون، وتتكاثر فيها وتسبب موت الخلايا، ولهذا التسمم أعراض مثل الدوسنتاريا	ترتبط بالأغشيه المخاطيه للأمعاء الدقيقه دون إختراقها، وتسبب إضطرابات فى خملات الأمعاء وإسهال مائى دموى. ولحدوث هذا التسمم يجب ألا يقل عدد البكتريا عن $١٠^{٦}$ – $١٠^{٨}$ cfu / جم غذاء

وتتشابه أفراد المجموعة المسئولة عن التسمم بالعدوى مع المسئولة عن التسمم المرضى فى عدم إنتاجها لتوكسينات مقاومه أو غير مقاومه للحرارة. كما تتشابه فى مدة الحضانه والأعراض. فمدة الحضانه ١٢ – ٧٢ ساعة. أما الأعراض فهى حمى – قشعريرة – ألام فى العضلات مغص وإسهال مائى غزير، قد يحدث شفاء تلقائى بعد عدة أيام من العدوى، ما عدا فى الحالات الشديدة من الأسهال حيث يكون المريض فى حاجة إلى محلول جفاف دون حاجة لصور أخرى من العلاج.

مصادر العدوى ببكتريا *E. coli* عامة:

يعتبر التلوث بالبراز أهم مصادر تلوث الغذاء، وقد تكون الماشيه هى مصدر عدوى للبن، إذ أمكن عزلة السلاله 0157 من براز الماشيه. ويحدث التسمم الغذائى نتيجة التلوث حيث تنمو وتتكاثر عند حفظ الغذاء على حرارة مناسبه لنموها، لذا يراعى حفظ الغذاء على حرارة لا تزيد عن ٧ °م، ولا ينتقل الميكروب عن طريق الغذاء (الأمعاء) فقط بل وعن طريق القناه التنفسيه (تراب – رذاذ) وتحدث أصابه الأطفال عادة فى السنه الأولى من العمر، وتتوقف الحاله المرضيه على ظروف

الجسم، فالأطفال المبتسرون وكذا الأطفال فى الأشهر الأولى من العمر أكثر عرضة للأصابه بالسلالات المرضيه عن غير المرضيه.

المناعة:

عند حدوث الإصابه من سلاله معينه، قد يكتسب الجسم مناعة ضد الأصابه بهذه السلاله، ونظراً لتعدد السلالات السيرولوجيه فإن المناعة الحادثه من سلاله معينه لاتمتد من نوع لأخر، لذا فإن إعادة العدوى أمر محتمل.

الوقايه والعلاج: النظافه - تجنب تلوث الغذاء بالمواد البرازيه - حفظ الأغذيه بالتبريد.

ملاحظات: لبعض السلالات غير المرضيه قدرة على أن تضاد antagonistic power سلالات مرضيه وتستخدم هذه الخاصيه كعلاج وإنتاج تحضيرات وقائيه. وللسلالات غير المرضيه كغيرها من بكتريا الأمعاء القدرة على تخليق بعض الفيتامينات (V.B مجموعة , K_2, E) ولبعضها القدرة على إخماد بكتريا السل.

ب - الأمراض والتسمم الغذائى الناشئ عن بعض الأفراد التابعة لجنس Salmonella

الخواص العامه لجنس Salmonella

١- الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

ميكروب عصوى سالب لجرام متحرك غير متجرثم هوائى أو هوائى إختيارى، ينتج H_2S تخمر الجلوكوز والمالتوز والمانيتول مع إنتاج حمض وغاز، ولاتخمر اللاكتوز أو السكروز، لايسيل الجيلاتين، سالب الأكسيديز - سالب الأندول - موجب لأحمر المثيل - سالب vp - موجب إختزال النترات، وموجب للكتاليز.

٢- المقاومه Resistance

يقاوم الميكروب الظروف البيئيه حيث:

أ- له مدى واسع من الحرارة: فيمكنه النمو على حراري من ٥,١ : ٤٧ °م فهو مقاوم للبرودة ولكن لايتكاثر على حرارة أقل من ٧,٥ °م والحرارة المثلى ٣٧ °م.

ب-له مدى واسع من pH : من ٤,١ : ٩ والـ pH المثلى ٦,٥ - ٧,٥ وتختلف درجة الـ pH الملائمه تبعاً لنوع الحمض فهى ٥,٤، ٤,٤، ٤,٠، ٤,٠ لأحماض الخليك واللاكتيك والستريك، HCL على التوالى.

ج - يقاوم الميكروب الحرارة العالية نسبياً (٦٠ - ٧٥ °م) وتزداد المقاومه بأنخفاض aw ويمكن للميكروب النجاه من عملية التجفيف بالرذاذ، ويمكن القضاء عليه بحرارة ٦٦ °م / ١٢ د أو ٥٠ - ٥٦ °م /١٥ - ٦٠ د حيث يقتل حوالى ٩٩٪، ولكن يبقى منه أفراد حيه تنشط مرة اخرى عند حفظ الطعام بعد طهيه على درجة حرارة الغرفه، ولايظهر بالأغذيه الملوثه بالسالمونيلا تغيرات حسيه (لون- طعم - رائحه).

د- ثابت نسبياً فى التركيز العالى من الملح (٨٪) ولبعض الأحماض فهو يقاوم حمض الخليك لمدة ١٨ ساعة، ويمكن أن يبقى حياً على حرارة الغرفه لمدة ٧٥ -٨٠ يوماً.

هـ- إلا أن الميكروب يثبط بنتريت الصوديوم (١٦٠٠ جزء / مليون على pH 6) كما أنه حساس بدرجة كبيرة للأشعة المؤينه، وذلك إذا ما قورن بالميكروبات الأخرى، فالجرعة المؤثرة عليه للتخلص منه أقل من الجرعة المعقمه radappertization (٤٥ - ٥٠ كيلوجراى) وهذه الجرعة لاتؤثر كثيراً على جودة الغذاء بجانب إنخفاض تكلفتها إقتصادياً.

٣- التركيب الأنتيجينى Antigenic structure

يمكن تقسيم جنس Salmonella لأكثر من ألفين ٢٠٠٠ نوع سيريولوجياً منها ما لايقل عن ١٠٠ نوع توجد بأماكن مختلفه من العالم ومختلفه فى خطورتها.

٤- أهم الأنواع التابعة لجنس Salmonella

يمكن تقسيم الأنواع التابعة لجنس Salmonella إلى ثلاثه مجموعات:

أ- مجموعة تصيب الإنسان بصفه رئيسيه ولا تصيب الحيوان *S. typhi* *(S.typhosa), S. paratyphi* وتسبب حمى التيفود والباراتيفود للإنسان.

ب- مجموعة تصيب الحيوان بصفه رئيسيه وتسبب إلتهاب الضرع *S. bovine*.

ج - مجموعه غير متخصصه: تسبب أمراضاً للإنسان وحيوانات أخرى دون تفضيل.

وعموماً فالعديد من أنواع السالمونيلا وسلالاتها ممرضه للإنسان و/ أو الحيوان وينشأ عنها فى الإنسان حمى معويه أو تسمم غذائى.

أولاً : الحميات المعويه التى تسببها السالمونيلا Enteric fevers

أ- حمى التيفود Typhoid fever الحمى التيفيه

الميكروب: *Salmonella typhi (typhosa)*

إنتاج التوكسين: Toxin production: يفرز الميكروب توكسين خلوى cytotoxin يسبب أضراراً للأغشيه المخاطيه للأمعاء .

مصادر العدوى Sources of infection:

الماء والأغذيه الملوثه كاللبن ومنتجاته حيث يمكن للميكروب أن يعيش فيها لمدة طويله، المرضى، حاملى الميكروب. وتعتبر القناه الهضميه للإنسان والحيوان أهم مصدر للسلمونيلا، وتنتقل العدوى للجهاز الهضمى حيث يعيش الميكروب فى الأمعاء الدقيقه، وينتقل منها إلى الدم حيث يستقر فى بعض الأعضاء، ويسبب إرتفاعاً فى درجة الحرارة، والميكروب يتطفل على الإنسان وعدد من الحيوانات ويستطيع أن يعيش فى الأيس كريم (-٢٠ °م) لمدة سنتين ولكن يتناقص العدد بدرجه كبيرة.

مدة الحضانه Incubation period: ١- ٣ أسابيع وقد تصل إلى خمسه أسابيع تبعاً للجرعه.

أعراض المرض Symptoms:

الإسبوع الأول: رعشه وإرتفاع مفاجئ فى الحرارة - فقد شهيه - صداع.

الإسبوع الثانى: إنتفاخ البطن - إسهال عفن مختلط بالدم- تضخم الطحال- إتساخ اللسان- طفح - هذيان.

الإسبوع الثالث والرابع: هبوط فى الحرارة إلى المعدل الطبيعى، وإما يشفى المريض أو ترتفع الحرارة مرة أخرى (نكسه) وتظهر المضاعفات التاليه: نزيف معوى ـ إلتهاب رئوى ـ إلتهاب العظام ـ إصابة الكبد والمرارة.

العلاج والوقايه prophylaxis and treatment

التطعيم للأشخاص المعرضين للإصابه أو العدوى، العلاج بالمضادات الحيويه للمرضى.

ب - حمى الباراتيفود paratyphoid fever

الميكروب: *Salmonella paratyphi*

وهذا النوع من الحمى ينتشر بصورة وبائيه فى أسيا وشمال وجنوب أفريقيا وأمريكا الجنوبيه، ويوجد من الميكروب ثلاثة انواع سيرولوجيه A , B , C

- A *S. paratyphi* شائع فى اسيا والشرق الأوسط وأفريقيا
- B *S. paratyphi* نسبياً فى أوروبا وأمريكا الشماليه.
- C *S. paratyphi* أساساً فى المناطق الحارة وشبه الحارة

مصادر العدوى Sources of infection:

مثل التيفود S. typhi فيما عدا *S. paratyphi* B فمصدره الإنسان فقط (المريض أو حامل الميكروب) ومن النادر عزله من الحيوانات، تحتاج $١٠^{٥}$ – $١٠^{٧}$ ميكروب / مل لإحداث العدوى.

مدة الحضانه Incubation period : ١- ١٠ أيام.

أعراض المرض Symptoms: مثل حمى التيفود إلا أن الأعراض والمضاعفات بدرجة أخف.

العلاج والوقايه prophylaxis and treatment: كما فى حمى التيفود.

ثانياً: التسمم الغذائى الناتج عن السلمونيلا Salmonellosis

مقدمه

يعتبر ميكروب السلمونيلا مسئولاً عن حالات خطيرة من التسمم الغذائى، إذ يمثل هذا النوع من التسمم (السلمونيلى Salmonellosis) حوالى ٩٠٪ من حالات التسمم فى العالم، ويحدث هذا النوع من التسمم غالباً فى حالات التغذيه الجماعية نتيجة تناول أغذيه ملوثه بالميكروب.

الميكروب:

ومن الأنواع التابعة لجنس Salmonella والمسببه للتسمم الغذائى مايلى:

S.dublin, S. typhimurium, S. thompson, S. heidelberg, S. newport,S. enteritidis, S. choleraesius.

مصادر العدوى Sources of infection:

الروث وقد يكون الميكروب مستوطناً بالضرع، ويعتبر اللبن الخام ومنتجاته مصدراً هاماً للعدوى. فقد حدثت ٥,٠٠٠ حالة تسمم فى المملكة المتحدة عام ١٩٨٦ نتيجة لبن مبستر وقد تم عزل ميكروب *S. typhimurium* من عبوات اللبن التى لم يتم فتحها وكذلك من المصابين ويعتقد أن الميكروب قد يصل إلى اللبن المبستر نتيجة التلوث بلبن خام. كما حدثت حالات تسمم من الجبن تشدر فى كندا عام ١٩٨٤، ومن اللبن المجفف عام ١٩٨٥ فى المملكة المتحدة. ويعتبر البيض غير المطبوخ من أكثر الأغذيه الناقلة للسالمونيلا لذا فالأغذيه المصنعة بإضافة البيض (ولم تطهى بدرجة كافيه) ولم يتم بسترتها مثل الأيس كريم خاصة المصنع منزلياً والجاتوهات المحتويه على القشده والتى لم تطهى بدرجة كافيه وكذا القشدة المخفوقه كلها أغذيه قد تحتوى على السالمونيلا فى صورة حيه.

إنتاج التوكسين Toxin production:

يفرز الميكروب توكسين معوى بكميات كبيرة فى مرحلة الثبات من مرحلة النمووأنسب درجة لإفراز التوكسين ٣٧ °م والتوكسين مقاوم للحرارة حتى ٧٠ °م

ويرجع دور التوكسين فى أنه يسبب زيادة فـــى إفــراز (CAMP) cyclic adenosine monophosphate والأخير مسئول عن زيادة معدل إفراز السوائل فى تجويف الأمعـــاء عن معدل إمتصاصها وبذلك تتراكم السوائل فى الأمعاء وتحدث إسهالاً والسم عبــارة عن سم داخلى وهو بروتين مصاحب لجدار الخليه، وتظهر أعراض الإصـــابه نتيجـــة تحرر السم من جدار الخليه بفعل pH المعدة المنخفض وإنزيم البروتينيز.

مدة الحضانه Incubation period:

٥ – ٧٢ ساعة وقد تمتد إلى ١٢ يوم.

أعراض المرض Symptoms:

يحدث التسمم فى ظرف ساعات قليله نتيجة هدم كميه كبيــرة مــن الميكـــروب الماخوذه مع الطعام فى القناه الهضميه إذ لحدوث التسمم يجب أن تتواجد أعـــداد مــن الخلايا $١٠^{٥}$ –$١٠^{١٠}$ / جم غذاء إذ أن التوكسين الذى تنتجه الميكروب توكسين داخلى endotoxin وليس خارجى exotoxin وتتوقف شدة التسمم الحادث على عوامل منهـــا: سلاله الميكروب وشدة ضراوته، وأعداده ومدى حساسيه المستهلك للتوكـــسين الـــذى ينتجه الميكروب. ومن أعراض التسمم غثيان – قئ – آلام فى البطن – إسهال مفاجئ مائى كريه الرائحه – صداع وبرودة – إجهـــاد وضـــعف العـــضلات وعـــادة تظـــل الأعراض ٢ – ٣ أيام يعقبها شفاء دون مضاعفات، أما فى الحالات الشديدة فقد تحدث مضاعفات مثل الفشل الكلوى ولكن بنسبه قليله، وحوالى ٠,٢ – ٥٪ من المصابين قد يصبحون حاملين للميكروب، وقد تحدث وفاه خلال ٢ – ٦ أيام وتختلف معدلات الوفاه بإختلاف السن والسلاله:

أ- أقل من سنه ٦٪، ب- ١ – ٥ سنوات ٢٪، جـ- أكثر من ٥ سنوات ١٥٪

كما أن معدل الوفيات يصل ٢١٪ فى حالة الأصابه بميكـــروب *S. choleraesuis*، ٢٥٪ فى حالة الإصابه بميكروب *S. dublin*.

٦- الوقايه والعلاج

١- معالجة المياه المستخدمه.

٢- عدم السماح للمصابين بالتعامل مع اللبن ومنتجاته.

٣- العنايه بالنظافة الشخصيه.

٤- الكشف الدورى على المتعاملين بتصنيع الغذاء المعد للإستهلاك العام.

٥- عزل الأفراد المصابين.

٦- إتباع الإشتراطات الصحيه بحزم فى أماكن التصنيع والتخزين.

٧- العلاج بالمضادات الحيويه فى الحالات الشديدة للعدوى فى عائلة المريض وتبريد اللبن جيداً ومعاملته بالحرارة، ومنع تلوثه بعد المعامله الحراريه، وحفظ اللبن ومنتجاته على حرارة أقل من معدل النمو. ويبين الجدول (١٧) مقارنه بين الأمراض والتسمم السلمونيلى الناتجين عن بكتريا Salmonella.

جدول (١٧) مقارنه بين الأمراض الناجمه عن بكتريا Salmonella والتسمم السلمونيلى Salmonellosis

الميكروب	الأمراض Typhoid & paratyphoid *S. typhi , S.paratyphi*	التسمم الغذائى Salmonellosis *S. typhimurium , S. enteritids*
مصادر العدوى	الإنسان والحيوان بصورة مباشرة أو غير مباشرة ويعتبر الميكروب متطفلاً على الأنسان وعدد من الحيوانات، وغالباً ما يكون أعداد البكتريا الملوثه للغذاء منخفضه والبكتريا لاتنمو ولاتتكاثر بالغذاء ولكن يشترط أن يكون الغذاء مناسباً لبقاء البكتريا حيه، وأن يكون لها القدرة على الحياه فى القناه الهضميه ومهاجمه العائل ويوجد الميكروب بالدم	الروث أو من السلمونيلا المستوطنه فى الضرع حيث تنمو وتتكاثر فى الغذاء ولكى تحدث التسمم لابد من وجود أعداد كبيرة $10^{5} - 10^{10}$ / جم فى الغذاء قبل تناوله ورغم زيادة أعداد البكتريا فى الغذاء فإنها لاتحدث تغيراً ملحوظاً فى خواص الغذاء الحسيه (مظهر - طعم - رائحه) ولايوجد الميكروب فى الدم ولكن يستوطن القناه الهضميه للعائل
التوكسين	تفرز البكتريا توكسين خلوى cytotoxin يسبب أضرارا بالغة للأغشيه المخاطيه للأمعاء، وينتقل منها إلى الدم ليستقر فى بعض الأعضاء	تفرز توكسين معوى enterotoxin يشجع على زيادة CAMP والمسئول عن زيادة معدل إفراز السوائل فى تجويف الأمعاء عن معدل إمتصاصها مما يؤدى إلى تراكمها فى الأمعاء وحدوث الإسهال
مدة الحضانه	١- ٣ أسبوع فى التيفود ١ - ١٠ أيام فى الباراتيفود	قصيرة ٥ - ٧٢ ساعه

الميكروب	الأمراض Typhoid & paratyphoid *S. typhi , S.paratyphi*	التسمم الغذائى Salmonellosis *S. typhimurium , S. enteritids*
المقاومه	يمكنها أن تعيش فى الثلج عدة أشهر، وفى التربة الملوثة ببراز وبول المرضى ١- ٣ أشهر، وفى الماء لعدة أسابيع وفى الخضروات والفاكهه ٥ - ١٠ أيام، حساسه للحرارة تموت على ٥٦ °م فى ٤٥ - ٦٠ د، كما تموت فى ظرف دقائق عند تعرضها للمحاليل المطهرة، إحتواء الماء على كلورين ٠,٥ : ١ مجم / لتر يعطى حمايه من البكتريا	تقاوم الحرارة نسبياً (٦٠ - ٧٥ °م) كما تقاوم التركيزات العاليه من الملح وبعض الأحماض ويمكن أن تبقى فى محلول ٨- ١٠٪ حمض خليك لمدة ١٨ ساعة وتبقى حيه ٧٥ - ٨٠ يوم فى حرارة الغرفه، ويبقى سمها الداخلى نشطاً فى قطع اللحم الكبيرة لمدة طويله (حتى بعد طهيها ويلاحظ أن الأطعمه الملوثه بالبكتريا لايحدث بها أى تغيرات حسيه (لون - رائحه - طعم)

ج - الأمراض والتسمم الغذائى الناشئ عن بعض أنواع البكتريا التابعة لجنس Shigella

مقدمه:

ينشأ عن تلوث الغذاء الملوث ببعض أنواع البكتريا التابعة لجنس **Shigella** حدوث تسمم غذائى يسمى التسمم الغذائى الشيجيللى **Shigellosis**.

ويعتبر هذا النوع من أسرع الأمراض عدوى، ويكثر إنتشاره بين الأطفال خاصة الرضع (سنه أو أكثر قليلاً) ويعرف باسم الدوسنتاريا (الزحار) الباسيليه bacillary dysentry or entero ñ colitis وهو يصيب الأمعاء الغليظه بصفه رئيسيه ونادر الحدوث فى غير الجهاز الهضمى.

الخواص المورفولوجية Morphological

بكتريا عصويه - سالبه لصبغة جرام - غير متجرثم - ليس لها أسواط (غير متحرك) وهذا مايفرق بينه وبين بكتريا التيفود والباراتيفود وغير مخمر للاكتوز وموجب للكتاليز.

الخواص المزرعيه Cultural

لاهوائى إختيارى، الـ pH المثلى ٦,٧ – ٧,٢، المدى الحرارى ١٠ – ٤٠ °م والحرارة المثلى ٣٧ °م ولاينمو على ٤٥ °م يعطى مستعمرات صغيرة (١ – ١,٥ مم) نصف شفافه مثل بكتريا التيفود، ويكون عكارة فى بيئة مرق اللحم.

الخواص التخمريه Fermentation

يخمر الجلوكوز مع إنتاج الحمض، ولايخمر اللاكتوز ولايسيل الجيلاتين ولكن يحلل النترات والبروتين دون إنتاج H_2S.

المقاومه Resistance

يمكنه البقاء فى البيئه (تربه – ماء – أطعمه) لمدة ٥ – ١٠ أيام ، يموت بتعرضه لضوء الشمس أو محلول ١٪ فينول فى ظرف ٣٠ د، كما يموت بالمعامله بمحاليل الكلورامين، كلوريد الكالسيوم. غير مقاوم للحرارة فيموت على ٦٠ °م / ١٠ د، قد يكتسب مقاومه للمضادات الحيويه والأشعه المتأينه فبعضها يتحمل حتى مليون راد والأنواع التى تعرض للأشعاع يكون معدل نموها ٣٣٪ من الأنواع العاديه.

أهم الأنواع التابعه للجنس والمسئوله عن التسمم

أ- *Sh. sonnei*: رغم أنه أكثر الأنواع شيوعاً (يسبب ٧٠٪ من حالات التسمم) إلا أنه أقل ضراوة إذ يسبب إسهالاً متوسطاً أو معتدلاً دون حمى ويقاوم التبريد – ٢٠ °م / ٦٠ يوم.

ب- *Sh. flexnezi*: مسئول عن حالات أشد خطورة ويسبب حوالى ٢٥٪ من حالات التسمم ويقاوم التبريد – ٢٠ °م / ١٢٠ يوم.

ج- *Sh. boydi*: مسئول عن حالات شديدة الخطورة.

د- *Sh. dysenteriae*: أشد الأنواع ضراوة (خطورة).

مصادر العدوى

نادراً ما يكون الحيوان مصدراً للعدوى، فالمصدر الأساسى للعدوى هو الأنسان المريض أو حاملى العدوى وكذا الأشخاص المصابين بالدوسنتاريا الحادة أو المزمنه،

ويحدث التلوث من برازهم. كما تعتبر الأغذيه مرتفعة الرطوبه كاللبن ومنتجاته من مصادر العدوى ويتلوث اللبن عادة من المعدات والمياه والذباب، وقد ظهرت حالات تسمم من تناول لبن غير مبستر، ويعتبر *Sh. sonnei, Sh. dysenteriae* أكثر الأنواع إنتشاراً، وتتكاثر فى اللبن على حرارة ١٥ °م فأعلى، ويزداد معدل التكاثر وكذا حيويه الميكروب فى اللبن المبستر (بعد تلوثه) عن اللبن الخام وذلك نظراً لغياب الميكروبات المنافسه.

إنتاج التوكسين Toxin production

تنتج توكسين خارجى exotoxin وهو توكسين معوى يسمى Shiga toxin وهو مادة بروتينيه وزنه الجزيئ ٥٠,٠٠٠ – ٧٠,٠٠٠ دالتون والتوكسين غير مقاوم للحرارة يتلف على ٩٠ °م / ٣٠ د، ويرتبط التوكسين بالجليكوبروتين الموجود على سطح خلايا العائل ويثبط من تخليق البروتين نتيجة إتلاف الريبوسوم مما يؤدى إلى موت الخلايا cytotoxin. كما يؤثر التوكسين على الجهاز العصبى والغشاء المخاطى للأمعاء مما يحفز إفرازات الأنسجة المعويه:

cyclic adinosine monophosphate, (CAMP, CGMP) cyclic guanosine monophosphate.

مما يؤدى إلى تراكم السوائل فى تجويف الأمعاء وحدوث الإسهال، وقد أمكن إستخلاص هذا التوكسين exotoxin من المزارع القديمه للميكروب وذلك بإستخدام حمض ثالث كلوريد الخليك. وبحقن هذا السم فى وريد الأرنب فإنه يسبب شلل الأطراف الخلفيه والأسهال وإنهيار صحة الحيوان. ويقال أن بعض السلالات تنتج سماً داخلياً endotoxin.

طريقة العدوى والإصابه Sources of infection

تحدث العدوى عن طريق الفم بتناول الأغذيه الملوثه، ورغم أن الجرعة الفعاله المسببه للعدوى منخفضه ١٠٠ خليه أو أقل إلا أن للبكتريا المقدرة على التكاثر فى تجويف القناه الهضميه فى الغشاء المخاطى للأمعاء الدقيقه والقولون وكذا فى الطبقه تحت المخاطيه. ونتيجه غزو الميكروب لهذه الأغشيه يحدث أن تتسرب خلايا الدم الحمراء إلى تجويف الأمعاء مما يؤدى إلى حدوث براز دموى، ويلاحظ أنه من النادر

أن تصل البكتريا إلى الدم. ولكن يحدث التسمم نتيجة إمتصاص السم خلال الأغشيه المخاطيه فى الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقه والقولون.

مدة الحضانه والمناعه Incubation period and immunity

تتراوح فترة الحضانه ١٢ – ٥٠ ساعه وتتراوح مدة المرض ٣ – ١٤ يوم وقد يستمر المريض حاملاً للميكروب ١- ٢ سنه ويلاحظ أن المناعه التى يكتسبها الشخص السابق إصابته بالميكروب مناعه ضعيفه ولمدة قصيرة ، لذا قد يحث المرض عدة مرات وقد يكون مزمناً.

أعراض الإصابه Symptoms

تتراوح أعراض الإصابه من دوسنتاريا خفيفه إلى شديدة تظهر فجأة مع مغص وقئ وميل متواصل للتبرز مع كميات قليله من البراز المختلط بالدم والصديد والمخاط، وإرتفاع الحرارة (٤٠ °م) خاصة عند الأطفال، ويشعر المصاب بالصداع والغثيان والضعف، وعادة مايتم الشفاء بدون علاج فى ظرف ١ – ٢ أسبوع إلا أنه عند الأطفال وكبار السن والضعفاء قد يتطور إلى جفاف ووفاة ما لم يتم العلاج.

العلاج Treatment

بإعطاء المضادات الحيويه المناسبه، وإستخدام محاليل الجفاف لتعويض السوائل والأملاح المفقودة والعنايه بإعطاء أغذيه عالية الطاقه غنيه بالفيتامينات مما يساعد على سرعة الشفاء وزيادة المناعة.

الوقايه Prophylaxis

١- سرعة التعرف وتشخيص المرض وعزل ومعالجة المرضى بالمضادات الحيويه. وعند إنتشار المرض يفضل إعطاء لقاح خاص للمسافرين.

٢- إتخاذ الأجراءات الصحيه كمعاملة المياه بالكلور وإتخاذ الأحتياطات اللازمه للصرف الصحى الآمن، وكذا إتخاذ الأجراءات الصحيه فى معامل البسترة وأماكن بيع التجزئه للبن ومنتجاته ومنع جميع المخالطين للمرضى من علاقتهم باللبن وأدواته.

د – الأمراض والتسمم الغذائى الناشئ عن بعض أنـــواع البكتريـــا التابعـــة لجـــنس Yersinia

مقدمه:

رغم إنخفاض العدد الكلى للبكتريا فى اللبن فى السنوات الأخيرة نتيجـــة تحـــسن ظروف الإنتاج وإتباع وسائل التبريد إلا أن ذلك صاحبه زيادة ملحوظـــه فـــى أعـــداد البكتريا المقاومه للبرودة (Psychrotrophic) cold - tolerant نتيجة حفظ اللـــبن علـــى حرارة منخفضه بمجرد إنتاجه بالمزرعه وحتى نقله للمصنع. وقد لفتت بعـــض هـــذه البكتريا أنظار العلماء لما تسببه من خطورة، ومن هذه البكتريا أنواع تابعـــه لجـــنس Yersinia تسبب نوعاً من التسمم الغذائى يعرف بأسم التسمم اليرسينى Yersinasis.

الأنواع التابعه لجنس Yersinia

تبلغ الأنواع التابعة لهذا الجنس إحدى عشر نوعاً منها:

Y. enterocolitica , Y. kristensenii , Y . frederikensii , Y. intermedia , Y . bercoveri , Y . mollaretii , Y. pseudotuberculasis , Y. pestis, Y. ruckerii

ويعتبر *Y. enterocolitica* أهم أنواع هذا الجنس فهو يمثـــل ٨١٪ مـــن الأنـــواع المعزوله من الإنسان المصاب ويعتبر الخنزير هو المصدر الرئيسى لهذا الميكـــروب، إذ يوجد ضمن الفلورا الطبيعيه فى تجويف الفم للحيوان السليم وقناته الهضميه، وتكثر الإصابه منه بطريقة وبائيه نتيجة تناول لحم الخنزير دون طهى كما يوجد فـــى الجـــو المحيط بمعامل الألبان ويعتبر من أكثر الميكروبات المعويه إنتشاراً.

وقد تم التعـــرف علـــى الميكـــروب ســـنه ١٩٣٩ وكـــان يـــسمى *Bacterium enterocaliticum* وسمى فيما بعد *Yersinia enterocolitica* لمكتشفه العالم الفرنسى A. J. E. Yersin وبدأ الإهتمام بهذا الميكروب فى أواخر الستينات وأوائل السبعينات نظراً لزيادة الحالات المرضيه الناشئه عنه (التسمم اليرسينى Yersinosis) فى أنحاء العـــالم كما يتضح من الجدول (١٨).

جدول (١٨) الحالات الوبائيه الناشئه عن Y. enterocolitica فى الفترة من ١٩٦٥ – ١٩٩٠

السنه	الحالات الوبائيه (تسمم يرسينى) ومكان حدوثها
١٩٦٥	٢٣ حالة تسمم يرسيني على مستوى العالم
١٩٧٤	٤٠٠ حالة تسمم يرسيني على مستوى العالم
١٩٧٦	٢٢٠ حالة تسمم يرسيني في ولايه نيويورك ومعظمهم من أطفال المدارس نتيجه شرب لبن الشيكولاته
١٩٧٩	٢٠٠٠ حالة تسمم يرسيني حدثت بمدينه واحدة بالدنمارك
١٩٨١	٨٧ حالة تسمم يرسيني حدثت في وشنطن (أصابت أشخاص من سن ٢ شهر إلى عمر ٧٤ سنه نتيجة تناول خثرة فول صويا tofu وكان مصدر التلوث هو الماء المستخدم في تحضير هذه الخثرة وكان للسلاله (الميكروب) المعزوله من المصابين أثر مميت على الفئران.
١٩٨٢	١٧٢ حالة تسمم يرسيني في الولايات المتحدة نقلت إلى المستشفى.
١٩٩٠	ظهرت حالات تسمم يرسيني وبائي في جورجيا لتناول سجق الخنزير.

مصادر العدوى Sources of infection

عزل الميكروب من اللبن الخام فى أنحاء عدة من العالم حيث وجد أن ١٠ – ٨٠٪ من العينات التى تم فحصها تحتوى هذا الميكروب، كما عزل من اللحوم والدواجن والخضروات والبيض والمصدر الأساسى هو التلوث بالبراز والمياه، كما عزل من منتجات لبنيه منها اللبن المجفف والأيس كريم والقشدة والجبن خاصة المصنعه من لبن خام وغير المسواه.

الخواص المورفولوجية Morphological properties

ميكروب عصوى أو كروى صغير (٠,٥ : ١ × ١ : ٢ um) سالب لجرام – غير متجرثم – لايكون كبسولات تتعدد صور الميكروب تبعاً للبيئة ودرجة الحرارة ما بين الكروى أو العصوى سواء فى صورة فرديه أو سلاسل أو خليط من هذه الصور.

الخواص المزرعيه Cultural

يكون مستعمرات صغيرة على بيئة الأجار المغذى قطر المستعمرة ١ مم عند النمو على ٢٥ °م، وفى سن الدبوس pin point عند النمو على ٣٧ °م، وله نطاق

واسع من الحرارة (- ٢ : ٤٥ °م) والمثلى (٢٢- ٢٩ °م) وبعضها ينمو على صفر: ٤ °م وهومتحرك على حرارة أقل من ٣٠ °م وليس متحرك عند ٣٧ °م، وللميكروب مدى واسع من الـ pH ٤،٥ - ٩ والمثلى من ٧ - ٨.

المقاومه Resistance

مقاوم للبرودة والتجميد (- ١٨ °م / ٩٠ يوم) ونظراً لمقاومته للبرودة فهو يمثل خطورة صحيه فى الأغذيه المبردة ويمكن أن يتحمل ملوحه (٧٪ ملح طعام)، ولكن يقضى عليه بالبسترة وكذا بالتسخين ٦٠ °م / ١- ٣ د ولكن يمكن للخلايا المشوهه نتيجة عملية البسترة أن تستعيد نشاطها بعد ١٠ أيام من التخزين فى الثلاجه (١٠ °م) ونظراً لأن المدة المسموح بها فى حفظ اللبن المبستر تقل عن ١٠ أيام لذا فإن الخلايا المشوهه لاخطر منها عند تخزين اللبن المبستر فى الثلاجه إذ لايمكنها أن تستعيد نشاطها فى المدة المصرح بها لحفظ اللبن المبستر، وينخفض عددها فى اللبن الزبادى إذا حدث له تلوث بعد التصنيع وذلك بتخزين الزبادى لمدة ٣ - ٤ ايام تبعاً لنوع البادئ المستخدم فى تحضيره وبعد ٦ ايام فى لبن الأسيدوفلس ويفسر إنخفاض أعداد *Y. enterocolitica* إذا لوثت الألبان المتخمرة بعد تصنيعها على قدرة بكتريا حمض اللاكتيك المستخدمه فى صناعة هذه الألبان على تثبيط هذه البكتريا (*Y. enterocolitica*) لما تنتجه بكتريا البادئ من أحماض عضويه، وبكتريوسينات، H_2O_2، كحول إيثايل بجانب خفض pH.

الخواص التخمريه Fermentation يبينها جدول (١٩)

جدول (١٩) الخوادس التخمريه لبكتريا ***Y. enterocolitica***

الإختبار	النتيجه	الإختبار	النتيجه
VP (voges ñ proskauer reaction)	+	Oxidase activity	–
Urease	+	Arginine dihydrolase	–
Triple sugar iron test	+	Lysine decarboxylase	–
Sucrose fermentation	+	Rhamnose fermentation	–
Maltose fermentation	+	Rafifinose fermentation	–

إنتاج التوكسين Toxin production

١- ينتج الميكروب توكسين معوى enterotoxin، ويسود هذا فى السلالات المرضية clinical والسلالات المنتجه للتوكسين تنتجه بكميات ملموسه عند نموها فى بيئة pH ٧ - ٨ ولأكثر من ٢٤ ساعة وعلى ٢٥ °م وليس على ٣٧ °م أو ٤ °م، وفى البيئة الصناعية يتحسن إنتاج التوكسين بالتهويه ويثبط بالتركيز المرتفع من الحديد، وللميكروب القدرة على إنتاج التوكسين فى الغذاء الملوث، وكذا فى أنسجة الجسم عند غزو الميكروب لها، كما يمكن فصل التوكسين من البيئة الصناعية وكذا الغذاء الملوث، ويعطى التوكسين المفصول إختباراً موجباً للفئران الرضيعة. ومن خواص هذا التوكسين.

أ- توكسين معوى مقاوم للحرارة heat stable enterotoxin (ST) يتحمل ١٢١ °م / ٣٠ د.

ب- مقاوم للـ pH من ١ : ١١ ولحموضة المعدة.

جـ - مقاوم للتخزين ٤ °م / ٧ شهور والعمليات التصنيعيه العاديه والتحلل بإنزيمات البروتينيز والليبيز.

د - يذوب فى الميثانول وينشط إنزيم guanylate cyclase.

مما يساعد على إفراد cyclic guanosine monophosphate (CGMP) الذى له دور فى حدوث الإسهال.

ويوجد من هذا التوكسين نوعان تبعاً لنقطة التعادل الكهربائى i .e. p والوزن الجزيئ: الأول ST-1 نقطة تعادله ٣,٩ ووزنه الجزيئ ٢ × ١٠^{٣} دالتون والثانى ST-2 نقطة تعادله ٣,٠ ووزنه الجزيئ ٥ × ١٠^{٣} دالتون.

٢- ولكن يبدو أن التوكسين المعوى الذى تفرزه ليس ضرورياً لإحداث الضرر بالإنسان إذ وجد أن بعض السلالات المرضيه تنتج ST بينما البعض الأخر لاينتجه. ويرجع الضرر فى الحالة الأخيرة إلى إنتاج الميكروب إنزيماً خارجياً extracellular يعرف بإنزيم phospholipase C فقد أمكن لسلاله معزوله من لبن جاموسى خام عند نموها على ٢٢ °م أو ٣٧ °م إنتاج هذا الإنزيم، وكان أقصى إنتاج عند pH ٥ - ٨,٥، حرارة ٣٧ °م وعندما كان الميكروب فى طور الثبات stationary phase وقد أمكن تنقية الإنزيم جزئياً بكبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ والترشيح خلال سيفادكس ١٠٠ والإنزيم النقى يفقد نشاطه على ٧٠ °م.

أعراض الإصابه Symptoms

١- ألم شديد يشبه أعراض الزائدة الدوديه وتعرف بأسم أعـراض الزائـدة الدوديـه الكاذبه.

٢- إسهال ويعزى الإسهال إلى أن الميكروب يفرز توكسين معوى داخل الأنسجه التى يغزوها، يعمل هذا التوكسين بجانب التوكسين الواصل مع الغذاء إلى تنشيط إنزيم guanylate cyclase

وبالتالى زيادة مستوى cyclic guanosine monophosphate (CGMP) مما يـؤدى لزيادة إفراز السوائل فى تجويف الأمعاء وحدوث الإسهال المائى الغزير.

٣- فى الإصابات الشديدة تحدث حمى وإلتهاب الأغـشيه الليمفاويـه lymphadinitis والمفاصل arthritis والأمعـاء gastroenteritis والمـساريقا mesentric وأغـشية القلب، كما قد تتكون خراريج abscesses فى الكبد والطحال، وقد يحـدث إلتهـاب للجلد erytherma

وأحياناً العيون eye infection وعرض سرجرين Srogren's syndrom وهومرض يصيب السيدات متوسطات العمر ويشمل إلتهاب قرنية وملتحمة العـين والبلعـوم والمفاصل وجفاف الحلق

وعموماً تختلف أعراض الإصابه وشدتها بإختلاف الـسلاله، والجرعـه وعمـر وظروف العائل وعوامله الوراثيه، فالأطفال أكثر حساسيه للأصابه خاصة فى العـام الأول من عمرهم إذ قد يصابوا بما يعرف بتعفن الدم septicaemia. كما أن الإسـهال وإلتهاب المفاصل أكثر الأعراض عند المصابين مابين سن ٢٠ - ٦٠ سنه، أما إلتهاب الجلد فهو أكثر الأعراض عند الأشخاص الذين عمرهم يزيد عن ٦٠ سنه.

ملحوظه: ينتج عن الإصابه تكوين أجسام مضادة قويه بمصل المصاب يعتمد عليه فى التشخيص المعملى بطريقة ELISA.

مدة الحضانه: ٢- ٣ أيام.

الوقايه: تجنب التلوث بالبراز - منع الحاملين للميكروب مـن التعامـل مـع اللـبن ومنتجاته - إتباع الوسائل الصحيه السليمه.

٧- الأمراض والتسمم الناتج عن بعض أفراد البكتريا التابعه لعائله Brucellaceae

خواص العائلة:

أفرادها عبارة عن خلايا صغيرة تتراوح بين الكروى إلى العصوى، سالبه لجرام، توجد منفردة أو فى أزواج أو سلاسل قصيرة أو مجموعات، متحركه أو غير متحركه، تنتج عدة أنواع من المستعمرات (النمو) فى البيئة السائله تتراوح بين الناعمه إلى الخشنه إلى المخاطيه. بعض أنواعها تغزو الأنسجه فتحدث العدوى عن طريق نفاذ الميكروب للأغشيه المخاطيه أو الجلد، ووجود Co_2 يشجع نموها.

وتحتوى العائلة عدة أجناس منها Brucella , Pasteurella , Bordetella ويعتبر جنس Brucella من أهم الأجناس لما يسببه بعض أفراده من مرض Brucellosis.

جنس Brucella ومرض البروسيلا Brucellosis

البكتريا المسببه Causative organisms

يبين الجدول التالى (٢٠) أهم أنواع بكتريا Brucella المسببه لمرض Brucellosis وبعض خواصها والمرض الناتج عن الإصابه بهذه البكتريا يسمى فى الحيوان بأسم الإجهاض المعدى أو السارى أو مرض بانج Bang's or contagious abortion disease وعندما يصاب الإنسان عن طريق الحيوان يسمى المرض بالحمى المتموجه undulant fever أو الحمى المالطيه malta fever، أو حمى البحر الأبيض المتوسط mediteranean sea fever.

ومن أهم الأنواع المسببه لهذه الأمراض *Br. melitensis , Br . suis , Br. abortus* إذ تستطيع هذه الأنواع بجانب إصابتها لبعض الحيوانات أن تصيب الإنسان حيث تفرز فى ألبان الحيوانات المصابه، وقد وجد أن أخطرها للإنسان *Br. melitensis*، والذى ينتقل إلى الإنسان عادة من الماعز الموجود فى الأقطار المحيطة بالبحر المتوسط وفى جنوب أفريقيا والهند والصين، ويعتبر من الأمراض المهنيه التى تصيب الأطباء البيطريين والمزارعين وعمال المجازر وهو من الأمراض التى يجب التبليغ عنها للسلطات الصحيه.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological

بكتريا عصويه قصيرة أو بيضاويه ellipsoidal، توجد فرديه وأحياناً فـــى أزواج أو مجاميع صغيرة أو سلاسل قصيرة هوائيه. لكن كثيراً من السلالات تحتاج لنموهـــا جواً يحتوى ٥ – ١٠٪ CO_2، وفى البيئات الصلبه يمكن رؤية المستعمرات بعد يومين من التحضين وبعد ٤ أيام تكون المستعمرات مستديرة ١– ٢ مم ذات حـــواف شـــفافه ناعمه محدبه بيضاء (لؤلؤ) أو لون عسلى ويغمق اللون بقدم المزرعه. وفى المـــزارع السائله يكون النمو ضعيفاً مالم ترج المزرعه ويكون النمـــوات ناعمـــة smooth فـــى البداية وتتغير عند إعادة التجديد subculture إلـــى خـــشنه rough وأحيانـــاً مخاطيـــة mucoid.

جدول (٢٠) أهم أنواع بكتريا Brucella المسببه لمرض Brucellosis وبعض خواصها

النوع	الشكل المورفولوجى للمستعمرات	نشاط الأكسيديز	نشاط اليوريز	متطلبات CO_2	إنتاج H_2S	الحساسية للصبغات: الثيونين	الحساسية للصبغات: الفوكسين القاعدى	العائل
Br. abortus	ناعم	+	+	+ أو −	+ أو −	+	+	يصيب اساساً الماشيه ويمكن أن يصيب الجاموس والماعز والغنم والجمال والإنسان والحيوان
Br. suis	ناعم	+	+	−	−	+	−	يصيب مدى واسع من العوائـــل عن الأنواع الأخرى
Br. melitensis	ناعم	+	+	−	−	+	+	شديد العدوى للغـــنم والمـــاعز والماشيه وهو أكثـــر الأنـــواع إصابه للإنسان
Br. neotomae	ناعم	−	+	−	+	−	−	يصيب فقط الفئران البريه desert wood rat
Br. ovis	خشن	−	−	−	−	+	−	يصيب الغنم فقـــط ولا يـــصيب حيوانات أخرى وكذا لا يصيب الإنسان

النوع	الشكل المورفولوجى للمستعمرات	نشاط الأكسيديز	نشاط اليوريز	متطلبات CO_2	إنتاج H_2S	الحساسية للصبغات		العائل
						الثيونين	الفوكسين القاعدى	
Br.canis	خشن	+	+	–	–	+	–	يسبب إلتهاب الخصيه فى ذكور الكلاب والإجهاض وإلتهاب الرحم فى إناث الكلاب ولم يشر إليه فى حيوانات أخرى

الخواص المزرعيه Cultural

الحرارة المثلى ٣٦ – ٣٨ °م، ولكن معظم السلالات يمكنها النمو فى مدى ٢٠ – ٤٠ °م والـ pH ٦,٦ – ٧,٤ والمثلى ٦,٨ الميكروب سالب لجرام غير متجرثم وغير متحرك لا يخمر اللاكتوز ولايكون غاز من الكربوهيدرات ولايسيل الجيلاتين ويحلل اليوريا.

المقاومه Resistance

لهذه الميكروبات القدرة على مقاومة الظروف البيئيه القاسيه فيمكن أن تبقى عدة شهور فى التربه وفى البراز ومياه الصرف والسماد والمعدات والملابس، كما يمكنها مقاومة الجفاف وتطول مدة بقائها فى الحرارة المنخفضه خاصة التجميد فهى تستطيع البقاء فى الأيس كريم عدة سنوات. والبكتريا حساسه لحد ما للأشعه المؤينه ionizing radiation فتقتل بجرعات التعقيم العاديه من الأشعة كما تقتل ببعض المطهرات مثل الفينول ١٠ جم / لتر، الفورمالهيد، الزيلين ١مل / لتر يعامل بها الأيدى وبعض أجزاء الحيوان. وتقل قدرة هذه المواد المطهرة بوجود المواد العضويه وإنخفاض درجة الحرارة. والميكروب حساس لبعض الصبغات مثل basic fuchsin, thionin ويستخدم

ذلك كإختبار روتينى للتعرف على الميكروب، كما أنه حساس للعديد مـــن المـــضادات الحيويه مثل:

Tetracyclins, rifampin, gentamicin, kanamycin, erthromycin, ampicillin, streptomycin, chloramphenicol,

والبكتريا حساسه للفاج phage إذ يوجد أكثرمن ٤٠ نوع من الفاج متخصصه فى تحلل *Brucella spp*.

ولا يتكاثر الميكروب فى اللبن ويتحمل الحموضة الطبيعية وينتقل إلى المنتجـــات اللبنيه مثل الزبد والجبن الطرى والمثلجات اللبنيه التى تصنع من لـــبن غيـــر معامـــل حرارياً فقد أثبتت بعض الدراسات (Chapman & Sharpe, 1981) أن الميكروب يعيش أثناء تصنيع الجبن ويبقى حياً لعدة شهور، كما أن زيادة الحموضه تمنع نموه ولكن من المحتمل ألا تقضى عليه كلية لأيام عديدة. كما وجد أن المعاملـــة الحراريـــه وزيـــادة الحموضة والتسويه للجبن تمنع نمو الميكروب الموجود بها خاصة إذا تم تخزينها لمدة ثلاثة شهور على الأقل ولكن لايعتمد على ذلك. وتتوقف مدة بقاء البكتريا فى المنـــتج اللبنى بإختلاف نوع الميكروب ونوع وعمر المنتج ودرجة الحرارة، pH والرطوبـــه وظروف التخزين (جدول ٢١).

جدول (٢١) مدة بقاء البكتريا فى بعض المنتجات اللبنيه (Brucella)

المنتج اللبني	نوع الميكروب	مدة البقاء	الحرارة م	pH	المنتج اللبني	نوع الميكروب	مدة البقاء
لبن	*Br. Abortus*	٥ – ١٥ ث	٧١,٧		أنواع مختلفة من الجبن	*Br. abortus*	٦- ٥٧ يوم
	Br. abortus	٢٤ ساعة	٢٥ – ٣٧	٤	أنواع مختلفة من الجبن	*Br. melitensis*	١٥ – ١٠٠ يوم
	Br. abortus	١٨ شهر	صفر		فيتا	*Br. melitensis*	٤- ١٦ يوم
قشدة	*Br. abortus*	٦ أسابيع	٤		ركفور	*Br. Abortus*	٢٠ – ٦٠ يوم
	Br. melitensis	٤ أسابيع	٤		ركفور	*Br. melitensis*	٢٠- ٦٠ يوم

المنتج اللبني	نوع الميكروب	مدة البقاء	الحرارة م	pH	المنتج اللبني	نوع الميكروب	مدة البقاء
المثلجات اللبنيه	*Br. abortus*	٣٠ يوم	صفر		كممبرت	*Br. abortus*	أقل من ٢١ يوم
الزبد	*Br. abortus*	١٤٢ يوم	٨		تشدر	*Br. abortus*	٨ شهور
شرش	*Br. abortus*	أقل من ٤ أيام	١٧- ٢٤	٤,٣ – ٥,٩	أبيض	*Br. melitensis*	١- ٨ أسابيع
شرش	*Br. abortus*	أكثر من ٦ أيام	٥	٥,٤ – ٥,٩			

وبعكس المنتجات اللبنيه فإن مدة مقاومة الميكروب فى اللحم أقصر نظراً للتخمر الحمضى للحم فيما عدا حالات التجمد حيث يمكن أن يعيش الميكروب عدة سنوات وعليه فإن اللحم أقل مصدر للعدوى من المنتجات اللبنيه غير المعامله حرارياً.

مصادر العدوى Sources of ifection

رغم أن اللبن ليس بيئة جيدة لنمو الميكروب إلا أنه يمكن أن يعيش فى اللبن ومنتجاته التى لم تعامل جيداً بالحرارة، لذا يعتبر اللبن ومنتجاته غير المعامله حرارياً والناتجه من حيوانات مصابه هى المصدر الرئيسى للعدوى، كذلك لحوم الحيوانات المريضه دون طهى جيد، وكذا التلوث من إفرازات الحيوانات المصابه، إذ يوجد الميكروب فى بول ودم الحيوانات المصابه وكذا فى أجنتها أثناء الولادة، كما يوجد فى رحم إناث الحيوانات الحوامل وفى الغدد اللبنيه للحيوانات الحلابه مما يؤدى إلى إفرازه باللبن. كما ينتقل الميكروب عن طريق إستنشاق الهواء المحتوى عليه فى الحظائر والمجازر، وكذا عن طريق ملامسة الحيوانات المصابه ورغم السيطرة على المرض فى الحيوانات الأليفة فى معظم بلدان العالم إلا أن هناك بعض البلدان الحارة مازال المرض منتشراً بينها.

مدة الحضانه: ١- ٣ اسابيع وهى متغيرة وقد تكون أطول من ذلك.

أعراض الإصابه

من أعراض الحمى المتقطعة (undulant fever) إرتفاع الحرارة وإنخفاضها بشكل متموج فى نفس اليوم – عرق غزير – قشعريرة – صداع – فقدان الشهيه – ألم فى

العضلات - إلتهاب العصب الوركى أو عرق النسا sciatica إلتهاب المفاصل والحلق - طفح جلدى - تضخم الطحال - نقص عدد الكرات البيضاء وتحدث العدوى عن طريق الجهاز التنفسى والهضمى وتشمل العدوى بصفة عامه مرحلة تسمم الدم يعقبها إصابة الأجهزة التناسليه (إلتهاب الخصيه فى الذكور وإلتهاب الرحم فى الإناث) وإصابة الأغشيه المبطنه للأمعاء (المعدة الثانيه فى الحيوانات المجترة) وتتركز العدوى فى الحيوانات الحوامل وفى المشيمه والأجنه وغالباً ما يؤدى ذلك إلى الإجهاض.

الحساسيه والمناعه:

معظم الناس لديهم مناعة طبيعيه، وعادة إصابة الشخص بالمرض تحميه من الإصابه للمرة الثانيه.

الوقايه والعلاج:

نظراً لإنخفاض كفاءة العلاج الكيماوى وزيادة تكلفته، فإن ذبح الحيوانات الموجبه سيرولوجياً تعتبر إحدى طرق التحكم فى منع إنتشار المرض. وتكون الإبادة إقتصاديه إذا كان معدل الإصابه أقل من ١٪ وفى حالة إبادة القطيع فلا يمكن إحلاله إلا بعد ٢- ٣ شهور لذا يجب الكشف الدورى على الحيوانات وتحصينها ضد المرض خاصة الحيوانات الصغيرة ٣ - ٦ شهور وذلك بإستخدام لقاح S14 للماشيه.

عزل الحيوانات المصابه وإعدامها لو إستدعت الحاله وحرقها ودفنها دفناً عميقاً وعدم إستهلاك ألبان الحيوانات المصابه. كما يجب القيام بمعاملة اللبن بالحرارة الكافية للقضاء على الميكروب مهما كان الغرض من إستخدام اللبن.

وعلاج المصابين بالمضادات الحيويه وفى حالة عدم العلاج تختفى الأعراض تدريجياً ثم تعود بعد أسبوعين والإنتكاسه شائعة حتى بعد العلاج بالمضادات الحيويه، حيث يدخل المرض حالة تحت الحادة والتى تتميز بالحمى المتقطعة وإلتهاب الخصيه والأجهاد وألم الظهر، وتستمر هذه الحاله تحت الحادة ١٢- ١٦ شهر، ولكن ٢٠٪ من المرضى تتحول حالتهم إلى الحاله المزمنه والتى تستمر لعدة سنوات.

٨- الأمراض والتسمم الناتج عن بعض أفراد عائلة Pseudomondaceae

مقدمه:

تتميز أفراد هذه العائلة بأنها عصويه مستقيمه أو منحنيه - سالبه لجرام متحركـه بأسواط قطبيه وما يميز هـذه العائلـه عـن عائلـة Enterobacteriaceae أن عائلـه Pseudomondaceae موجبه الأكسيديز، وهى مؤكسدة وتنمو بسرعة على سطح البيئـه وتوجد فى التربه والماء ومتطلبات نموها بسيطه وتضم العائله أربعـة أجنـاس هـى Pseudomonas, Xanthomonas, Zooglea, and Yluconobacter.

ويعتبر جنس Pseudomonas أكثرها أهميه ومن الأنواع التابعة لهذا الجنس:

Ps. aeruginasa , Ps. fluorescens , Ps. putida , Ps. fragi , Ps . putrefacies

ومعظم الأنواع التابعة لهذا الجنس تسبب تغيرات حـسيه غيـر مرغوبـه فـى المنتجات اللبنيه فمعظمها ينتج صبغات مختلفه، كما تنتج أفراد هذا الجـنس إنزيمـات ثابته حرارياً منها lipases, proteases حتى على درجات الحرارة المنخفضه مما يسبب فساد اللبن ومنتجاته خاصة لبن UHT كما أن بعضاً منها يسبب تسمماً غذائياً للإنـسان ويسبب إلتهاباً لضرع الحيوان ومن أمثلة ذلك *Ps. aeruginosa* وهو يعطـى صـبغه زرقاء مخضرة (Pyocyamin تعطى لوناً أزرق عند إستخلاصها بالكلوروفورم).

وقد أمكن عزل هذا الميكروب من اللبن الخام وغيره من المنتجات اللبنيه وأمكـن التأكد من فعله المرضى عن طريق حيوانات التجارب وتشير بعض الأبحاث Nasrital, (1992) تواجد الميكروب فى اللبن الخام بمتوسط ١٠° / مل.

أعراض المرض:

١- فى الإنسان: إصابة القناه البوليه والعين والأذن - عفن الدم - خـراريج إلتهـاب المساريقا والأمعاء ويرجع إضطراب الجهاز الهضمى إلى إنتاج سم معـوى مـن النوع البروتينى ويتكسر بالحرارة وقد يؤدى هذا التسمم إلى الوفاة فى الأطفال بعد الإسهال الغزير.

٢- فى الحيوان: إلتهاب الضرع والأمعاء والمهبل وبطانه الرحم endometritus والإجهاض.

الوقايه: معاملة اللبن حرارياً - معالجة المياه - تعقيم المعدات المستخدمه فى الإنتاج والتصنيع وإتباع الشروط الصحيه.

٩- الأمراض والتسمم الغذائى الناتج عن التلوث

ببعض انواع البكتريا التابعة لعائلة Vibrionaceae

يتبع هذه العائلة عدة أجناس من بينها جنس Vibrio وهذا الجنس يتبعه حوالى ٢٥ نوعاً من البكتريا بعضها يسبب أمراضاً Bacterial diseases مثل مرض الكوليرا cholera والذى ينشأ عن الأصابه ببكتريا Vibrio cholera، وبعضها يسبب تسمماً غذائياً يعرف بالتسمم الفبريوسى Vibriosis، ويسببه عدة أنواع من أهمها Vibrio parahaemolyticus.

أ- مرض الكوليرا (الهيضه) Cholera

مقدمه:

مرض الكوليرا مرض معدى شديد الخطورة، وقد يكون أكثر خطورة من التسمم الفبريوسى. وتتفاوت شدة المرض من مكان لأخر، ومازال المرض وباء منتشراً فى دول الشرق الأقصى وبعض الدول الأفريقيه، نظراً للظروف السيئة فى هذه المناطق.

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

بكتريا الكوليرا *Vibrio cholera*

الخواص المورفولوجية Morphological properties

واوى الشكل مفرد (١,٥ × ٠,٣ μ) متحرك بفلاجلا (أسواط) طرفيه، سالب لجرام غير متجرثم لا يكون علبه (كبسوله) وفى المزارع القديمه يوجد الميكروب فى صورة (حبيبات grains) كرويه أو عصويه أو خيطيه أو حلزونيه أو على شكل مضرب الكره clubs ولكن يسترجع الميكروب شكله الأصلى (الواوى) عند إعادة

تلقيحه فى بيئة طازجه، وعند نمو الميكروب فى بيئة مرق اللحـــم القلـــوى Alkaline meat broth، والببتون المائى water pepton فإنه يكون اغشيه رقيقه، أما عند نموه فى بيئه تحتوى على الجيلاتين فإنه يؤدى إلى إسالة الجيلاتـــين فـــى المنطقـــه المحيطـــة بالمستعمرات، وتصبح المستعمرات غارقه فى الجيلاتين السائل المحيط بها.

الخواص المزرعيه Cultural

هوائى إختيارياً، الحرارة المثلى لنموه ٣٧ °م، ويقف النمو على حرارة أقل مـــن ١٤ °م أو أعلى من ٤٢ °م والـــ pH المثلى ٦ – ٨، ويكون علـــى البيئـــات الـــصلبه مستعمرات شفافه ذات لون أزرق خفيف ذات قبه ناعمة الأطراف. وعلى الجيلاتـــين فإنه يكون مستعمرات محببه granular شفافه تشبه الزجاج المكسر عند فحصها تحـــت الميكروسكوب.

الخواص التخمريه Fermentation

يسيل الجيلاتين، وينتج الأندول، الأمونيا، SH_2، يختزل النترات، يحلـــل اليوريـــا، ويخمر الجلوكوز والجالاكتوز والمالتوز والسكروز والمانيتول والنشا مع إنتاج حمض، ويخمر اللاكتوز ببطء فهو لا يخمر اللاكتوز فى الـــ ٤٨ ساعه الأولى، قـــد يحتـــوى سلالات محلله للدم (الإنسان) ولكن لايحلل الكرات الحمراء للماعز والغنم وقد لايجبن اللبن.

المقاومه Resistance

يمكن للميكروب أن يعيش لمدة طويله على حرارة منخفضه، ويمكن أن يعيش فى البراز شهراً وعلى الأسماك وفى أمعائها ١– ٤٠ يوم، وفى المياه لعـــدة أيـــام، وفـــى الأغذيه ١: ١٠ أيام وفى أمعاء الذباب ٤ : ٥ أيام ويظهر الميكروب مقاومه ضـــعيفة لضوء الشمس وأشعة (أكس x) والتجفيف ويموت لحظياً على ١٠٠ °م، وبعـــد ٥ د / ٨٠ °م، والميكروب شديد الحساسيه للمطهرات خاصة الأحماض، فمثلاً محلـــول مـــن حمض الهيدروكلوريك Hcl ١ : ١٠,٠٠٠ يقتل الميكروب فى دقيقه واحـــدة، كمـــا أن الميكروب شديد الحساسيه للعصارة المعديه.

مصادر العدوى Sources of infection

مثل ميكروبات الحمى المعويه (تيفود أو باراتيفود) ينتقل الميكروب أساساً عن طريق الماء والتلوث المباشر بالمواد البرازيه، والعدوى من شخص لأخر فالأنسان هو المصدر الوحيد للميكروب، كما تمثل الأغذيه البحريه مصدراً هاماً لأنتشار المرض، ويحدث بدرجة أقل من الأطعمه الملوثه الأخرى إذ أن الميكروب لايتكاثر فى الأغذيه إلا أن بعض الأبحاث أظهرت قدرة الميكروب على النمو بصورة جيدة فى بعض الأغذيه المطهيه خاصة المرتفعة الحموضه (بيض مسلوق - حبوب مطهيه - جمبرى - رخويات - قواقع). وينتقل الميكروب أحياناً إلى اللبن عن طريق الماء عند إضافته للبن بغرض الغش، ويبقى الميكروب فى اللبن ٣ - ٥ أيام تحت الظروف الطبيعيه ويقتل بالحرارة، كما ينتقل إلى اللبن بطريق مباشر من الأيدى الملوثه للمصابين وحاملى المرض.

إنتاج السموم Toxin production

لا ينتج سماً خارجياً ولكن ينتج سماً داخلياً شديد السميه، فعند حقن مزرعة (بكتريا) ناميه فى بيئه اللحم حتى مع سبق إتلافها بالتسخين ٥٥ °م / ٣٠ د إذ أن التوكسين هو توكسين معوى غير مقاوم للحرارة مثل توكسين *E. coli*، وعند حقن هذه المزرعة فى وريد أرنب أصيب الأرنب بإسهال شديد وجفاف وعتومه فى القرنيه بعد ٣٠ د من الحقن. ومن المعروف أن الميكروب يصيب الإنسان عن طريق الجهاز الهضمى وعند وصوله إلى الأمعاء الدقيقة حيث الوسط القلوى وإحتوائها على كميات وفيرة من نواتج تمثيل البروتينات وهى ظروف مشجعة لتكاثر الميكروب، وعند موت الميكروب يتحرر منه التوكسين الداخلى الذى يغزو دم المريض إذ يسبب نخراً فى الغشاء المبطن للأمعاء ويسبب التسمم. كما ينتج الميكروب إنزيمات تسبب تغيراً فى مركبات كرات الدم الحمراء، وعموماً فإن تأثير الميكروب على الدم عملية معقدة ويختلف هذا التأثير كثيراً طبقاً لخواص السلاله.

مدة الحضانه: Incubation period: من بضع ساعات إلى ٥ أيام (٢ - ٣ يوم عادة)

ويظل المريض معد لمدة تتراوح ما بين ٧ : ١٤ يوماً من بدء المرض وأحياناً يستمر ٢ : ٣ شهور.

أعراض المرض: Symptoms

تظهر الأعراض فجأه دون سابق إنذار، وتبدأ بقئ شديد وإسهال مائى شديد له لون ماء الأرز، ويحتوى العديد من الخلايا الطلائيه للأمعاء، وأعداد كبيرة من الميكروب، ويؤدى الإسهال والقئ إلى حالة شديدة من الجفاف وبرودة الأطراف وتكرمش الجلد وبروز عظام الوجه وتقور العينين ووقف إفراز البول، وقد تحدث مضاعفات منها الفشل الكلوى، حموضة الدم وهبوط فى الدورة الدمويه، وإذا لم يسعف المريض بالعلاج ينتهى بالوفاة، وتتراوح معدل الوفيات ٥ - ١٠٪ من المصابين فى المناطق التى يتوطن فيها الكوليرا وقد يصل إلى ٧٥٪ فى مناطق أخرى. وتنتج الوفاة لأن المريض يفقد معظم سوائل جسمه وما بها من أيونات خاصة البوتاسيوم. حيث ينفذ الميكروب وما يتحرر منه من سم معوى خلال الغشاء المخاطى للأمعاء الدقيقة ليلتصق بتجاويف هذا الغشاء والسم المتحرر يحفز فقد السوائل من الأمعاء.

ويمكن تمييز ثلاث مراحل لهذه الأعراض:

١- إلتهاب الأمعاء وإسهال يستمر ١- ٢ يوم قد ينتهى بعدها ويشفى المصاب.

٢- إلتهاب الجهاز الهضمى وإسهال غزير وقئ مستمر يؤدى إلى الجفاف وإنخفاض حرارة الجسم، ويقل إفراز البول ونقص شديد فى العناصر المعدنيه والمواد البروتينيه وتشنجات ويلاحظ وجود الميكروب فى القئ والبراز الذى يصبح كماء الأرز فى مظهره.

٣- تظهر أعراض حادة إذ يتكرمش الجلد نظراً لفقد الماء، وتزرق البشرة (لنقص الأكسجين) ويصبح الصوت مبحوحاً وأحياناً يفقد الصوت، وتنخفض الحرارة ٣٥,٥ : ٣٤ °م ونظراً لتركيز الدم يضعف نشاط القلب بشدة ويتوقف إفراز البول وترتفع نسبة المواد النيتروجينيه فى الدم ozataemia ويتبع ذلك الأغماء وإنهيار الجسم كله ثم الموت. وبفحص الجثه تظهر الأمعاء الدقيقه مغطاه بإفرازات لزجه، ويكون الغشاء المخاطى المبطن لها محتقناً، كما يوجد نزيف فى الطبقه الموجودة تحت الغشاء المخاطى، ويوجد أعداد كبيرة من الميكروب فى جدر الأمعاء الدقيقه.

المناعة Immunity

لحموضة المعدة دوراً هاماً فى ميكانيكية الدفاع الطبيعية، كما يكتسب المريض بعد شفائه مناعة مكتسبه لفترة قصيرة (قد تستمر سنتين)، وتوجد مناعه صناعيه بإستخدام اللقاح وتستمر ٦ - ١٢ شهر.

ملحوظه: لا يهاجم الميكروب الحيوانات ومقصور على الإنسان.

العلاج Treatment:

علاج المرضى بالمضادات الحيويه (مركبات Sulphonamides) مع التحكم فى الجفاف بالحقن بالمحاليل الملحيه والجلوكوز والبلازما، ويوصى بحمام دافئ وتعاطى أدويه للقلب والدورة الدمويه.

الوقايه Prophylaxis

١- التعرف على الحالات الأولى من المرض وتسجيل جميع الحالات وإبلاغ السلطات الصحيه العليا.

٢- عزل المرضى وحاملى الميكروب بالمستشفيات وملاحظة المخالطين لهم.

٣- تطهير حجرات المرضى ومافيها من فرش وأدوات وحرق بقايا طعام المصابين.

٤- حماية مصادر المياه من التلوث وغلى المياه أو معاملتها بالكلور قبل إستخدامها.

٥- مراعاة النواحى الصحيه فى تحضير وتداول الأغذيه خاصة ما يؤكل منها طازجاً دون تجهيز والعنايه بتطهير الأطباق (إستخدام أدوات لمرة واحدة) والعناية بغسل الأيدى ومكافحة الذباب.

٦- التحصين باللقاح المناسب للمخالطين.

ب- التسمم الغذائى الفبريوسى Vibriosis

مقدمه:

يرتبط هذا النوع من التسمم أساساً بإستهلاك الأغذيه البحريه خلال أشهر الصيف، وهو من أحد التسممات الشائعه باليابان نظراً لكثرة تناول الأسماك والأغذيه البحريه، والميكروب أكثر إرتباطاً بالأصداف عن غيرها من صور الأغذيه البحريه،

إذ توجد البكتريا المسببه لهذا التسمم عادة فى مياه البحار والمحيطات، ويرتبط وجودها فى هذه المياه بدرجة الحرارة، حيث يوجد بأعداد قليله يصعب الكشف عنها عندما تكون درجة حرارة الماء اقل من ١٥ °م. فالميكروب يعيش فى الرواسب قرب السواحل خلال فصل الشتاء عندما تكون درجة الحرارة أقل من ١٠ °م وينطلق من هذه الرواسب إلى المياه فى فصل الصيف عندما ترتفع حرارة المياه إلى ١٥ °م أو أعلى. ولايوجد الميكروب فى المياه العميقه لعدم تحمله الضغط الهيدروستاتيكى المرتفع فى هذه المناطق. وقد أمكن عزل الميكروب من مياه السواحل فى جميع أنحاء العالم، فقد عزل من مياه شرق أفريقيا، ومياه شمال وشمال غرب أوربا. والمياه الأستراليه وشاطئ الخليج ومختلف مناطق البحر المتوسط، ومما يساعد على توطن هذا الميكروب فى تلك المياه هو صرف مياه الصرف الصحى الغنيه بالمواد العضويه فى هذه المياه.

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

رغم وجود عدة أنواع من جنس Vibrio قادرة على أحداث هذا التسمم. إلا أن *Vibrio parahaemolyticus* يعتبر أكثر الأنواع أهميه.

الخواص المورفولوجية Morphological properties

ميكروب عصوى مستقيم أو منحنى (٠,٦٥ × ١,٣ μm) غير متجرثم متحرك حيث يوجد سوط واحد بنهاية كل خلية واحياناً تكون الخلية محاطه بالأسواط.

الخواص المزرعيه Cultural

هوائى او لاهوائى إختيارياً، درجة الحرارة المثلى ٣٠ – ٣٥ °م (٢٢ – ٤٤ °م)، الحد الأقصى ٤٤ °م والحد الأدنى ١٠ °م عند النمو فى المياه المفتوحه، ويمكن أن ينمو فى المنتجات الغذائيه على درجة حرارة أقل ولكن لاينمو عند ٤ °م فأقل، ودرجة pH المثلى ٧,٦ – ٨,٦ وإن كان الميكروب يستطيع النمو فى نطاق من الـ pH ٤,٨ – ١١، وقد وجد أن الحد الأدنى للـ pH يرتبط بدرجة الحرارة ومحتوى البيئه من Nacl فيزيد الحد الأدنى للـ pH بإنخفاض الحرارة وإرتفاع نسبة الملح جدول (٢٢) ولاينمو فى غياب Nacl.

الخواص التخمريه Fermentation properties

ليس للميكروب القدرة على تخمر اللاكتوز أو السكروز، ولكن للميكروب نشاط إنزيم oxidase وإنزيم lysin decarboxylase وإنزيم ornithine decarboxylase.

جدول (٢٢): الحد الأدنى للـ pH لنموميكروب V. parahaemolyticus

درجة الحرارة م	الحد الأدنى للـpH عند تركيز Nacl	
	عند تركيز ٣٪ Nacl	عند تركيز ٧٪ Nacl
٥	٧,٣	٧,٦
٩	٧,٢	٧,١
١٣	٥,٢	٦,٠
٢١	٤,٩	٥,٣
٣٠	٤,٨	٥,٢

المقاومه Resistance

الميكروب غير مقاوم للحرارة، وتتوقف درجة المقاومه على عدد الميكروبات فى العينه ونسبة الملح بها فتزيد المقاومه بزيادة أعداد الميكروب فمثلاً إذا كان العدد ٥٠٠ خليه/ مل فإنه يقضى عليه بالتسخين لدرجة ٦٠ °م /١٥ د، أما إذا كان العدد ٢ × ١٠^٥ خليه / مل فإن بعضها يقاوم التسخين لدرجة ٨٠ °م /١٥ د، كما تزيد المقاومه للحرارة بإرتفاع نسبة الملح فى العينه فقد وجد أن الخلايا التى تنمو فى وجود ٣٪ أو ٧٪ ملح طعام تكون أكثر مقاومه للحرارة عن الخلايا التى تنمو فى وجود ٠,٥٪ وعموماً فإن الميكروب يقاوم نسبة من الملح قد تصل إلى ١٠٪.

مصادر العدوى Sources of infection

الأغذيه البحريه الخام (سمك جمبرى - إستاكوزا - كابوريا - أصداف - حيوانات بحريه رخوة) ويحدث التسمم عادة عند تناول هذه الأغذيه دون طهى، خاصة عند تخزينها عند حرارة أعلى من ٤ °م (١٢ - ٣٠ °م)، حيث يسمح ذلك بزيادة عدد الميكروبات لحد أعلى من الجرعه التى تسبب العدوى (١٠^٦ خليه / جم غذاء) وتعتبر الأغذيه المطهية جزئياً والمجمدة Frozen ñ precooked المصدر الرئيسى للتسمم الفبريوسى.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب سماً خلوياً cytotoxin يسمى هيموليسين haemolysin لــه القــدرة على إذابة خلايا الدم الحمراء فى الأنسان فى بيئة آجار الدم. وتختلف الــسلالات فــى نوعية هذا التوكسين من حيث تحمله للحرارة. فبعض الــسلالات تنــتج هيموليــسين مقاوماً للحرارة (TH) Thermostable haemolysin.

ويطلق على هذه السلاله k^{+}، وبعض السلالات الأخرى تنتج هيموليــسين غيــر مقاوم للحرارة Heat labile haemolysin ويطلق على هــذه الــسلاله k^{-} ، وبعــض السلالات تنتج كلا النوعين من الهيموليسين. ويوجد إرتباط قوى بين قــدرة الــسلاله على إنتاج $TH(K^{+})$ وقدرتها على إحداث العدوى وهذا السم (TH) عبارة عن بــروتين وزنه الجزيئ ٤٢,٠٠٠ دالتون، مقاوم للحرارة يبقى فى الغذاء بعد إنتاجــه، ويمكــن الكشف عنه عندما يصل عدد الخلايا ١٠^{٦} / جم غذاء، والسم أكثر مقاومــه للحــرارة عند pH ٥,٥ – ٦ عنها عند pH ٧ – ٨ ويتم إنتاج التوكسين فقــط عنــد pH ٥,٥ – ٦,٥ والتوكسين قاتل للفئران mice حديثة الولادة فمتوسط الجرعــة LD_{50} هــى ١,٥ ميكروجرام.

ملحوظه:

K هى إختصار لعبارة Kanagawa reaction تفاعل k وهذا التفاعل هو الذى يميز بين السلالات شديدة العدوى K^{+} والسلالات غير المرضيه K^{-} ولتقدير هذا التفاعــل تلقح بيئة أجار الدم سطحياً بالميكروب والتحضين ٣٧ $^{\circ}$م / ١٨ – ٢٤ ساعة ويختبــر لوجود تحلل الدم من النوع β hemolysis – β (وجود منطقة شفافه حول المستعمرات نظراً لتحليلها لخلايا الدم الحمراء) معناه إختبار موجب أى الميكروب معدى K^{+}.

مدة الحضانه: Incubation period

تتراوح فترة الحضانه من ٤ – ٤٨ ساعة وعادة ١٢ – ٢٤ ســاعة بعــد تنــاول طعاماً ملوثاً.

أعراض الأصابه Symptoms

إسهال غزير، ألم فى البطن، غثيان، صداع، ضعف، أحياناً حمى وقئ. وتــستمر الأعراض ٢– ٥ أيام وتختلف ظهور أعراض المرض بإختلاف السلاله K^{+}، K^{-} فقد

وجد أن السلاله K^+ هى التى تسبب ظهور الأعراض عندما يكون عـــددها ٢ × ١٠^٥ خلية K^+ / جم من الغذاء، بينما ١٠^١٠ خلية K^- / جم غـــذاء لا ينـــشأ عنهـــا ظهـــور أعراض المرض.

الوقايه:

١- الطهى الجيد للأغذيه البحريه.

٢- منع تلوث اللبن ومنتجاته بأغذية البحار sea food.

٣- التأكد من أن منتجات الأسماك المطهية جزئياً والمجمـــدة ذات جـــودة ميكروبيـــه عاليه.

٤- تجنب التلوث العرضى للأغذيه البحريه المطهيه من الأغذيه البحريه الخام.

٥- حفظ كل الأغذيه البحريه المطهيه والخام عند درجة حرارة منخفضة (- ٤ °م) أو حرارة التجميد.

٦- الإهتمام بالنظافه الشخصيه للعاملين فى مجال تحضير الطعام.

١٠- الأمراض والتسمم الغذائى الناتج عن التلوث ببعض البكتريا التابعة لعائلة Lactobacillaceae

مقدمه:

تشمل هذه العائلة جنساً حقيقياً واحداً هو Lactobacillus، ومعظم أنواع هذا الجنس مفيد تدخل فى الصناعات اللبنيه. كما تحتوى العائلة ثلاثة أجناس أخرى غير متأكد من إنتمائها لهذه العائله. ومن هذه الأجناس الثلاثه جنس Listeria ويضم هذا الجنس ثمانية أنواع (جدول ٢٣).

جدول (٢٣) الأنواع التابعة لجنس Listeria وخواصها

النوع	خواصه	النوع	خواصه
L. monocytogenes	ممرض للإنسان والحيوان	*L.welshimeri*	قد لايسبب أمراضاً
L. innocus	ممرض للحيوانات تحت ظروف معينه	*L.grayi*	يعتبره البعض نوعاً تابعاً للجنس
L. seeligeri	ممرض للإنسان (قد لايكون)	*L. murrayi*	يعتبره البعض نوعاً تابعاً للجنس
L. ivanovii	قد لايسبب أمراضاً	*L.denitrificans*	يعتقد الأن أنه ينتمى لجنس أخر

ومن ذلك نرى أن نوعًا واحدًا من هذه الأنواع ممرض للإنسان والحيوان هو *L.monocytogenes* والمرض الناتج عنه يسمى التسمم الليستيرى Listeriasis ويسبب وفاة ٣٠ – ٣٥٪ من الأشخاص المصابين وفى الحيوانات يسبب إجهاضاً.

التسمم الليستيرى Listeriasis

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

الليستيريه الوحيديه *L. monocytogenes*

الخواص المورفولوجية Morphological properties

عصوى صغير (٠,٥ – ٢ µ طولاً) و(٠,٤ – ٠,٥ µ عرضاً) يشبه بكتريا الدفتريا. منحنى قليلاً بنهايه مستديرة. ذو سوط طرفى، يوجد منفرداً أو فى أزواج، ولايكون جراثيم أو كبسولات.

عند عمل شريحه من أعضاء مصابه يظهر الميكروب فى أزواج عن شكل حرف (V) أو فى سلاسل

المستعمرات عمر ٢٤ – ٣٦ ساعة موجبه لجرام، ولكن المزارع القديمه أو المزارع السائله broth تبدو الخلايا غالباً سالبه لجرام، متحرك بأسواط.

الخواص المزرعيه Cultivative properties

هوائى إختيارياً فى قليل من O_2 ويحتاج CO_2 أعلى مما فى الجو العادى ولكن يمكن أن يحدث النمو تحت ظروف الجو العادى، أفضل pH لنموه هى الظروف المتعادلة فهو ينمو على جميع البيئات العاديه على pH ٧ – ٧,٢، وكان يعتقد أن الميكروب المرضى لاينمو على pH أقل من ٥،٦ إلا أن الأبحاث اثبتت نموه على pH ٥، الحرارة المثلى لنموه ٣٧ °م حيث تكون المستعمرات على بيئة nutrient صلبه صغيرة ناعمه مستديرة flat بلون اللؤلؤ (أو أزرق مخضر) وعلى بيئة الكبد تكون المستعمرات لزجه، وفى بيئة المرق broth ينتج عكارة وراسب لزج، وعلى أجار الدم يكون مستعمرات محاطه بمنطقة متحلله، ولاينمو على أقل من ٢ °م أو أعلى من ٥٥ °م، ويعطى نمواً بطيئاً على ٣ – ٤ °م حيث يعطى نمواً على البيئة الصلبة بعد ٥ – ٨ أيام، بعض سلالاته تكون صبغات حمراء أو صفراء بعد التحضين لعدة شهور.

الخواص التخمريه Fermentation properties

يبين الجدول الأتى (٢٤) الخواص التخمريه للميكروب

جدول (٢٤) الخواص التخمريه للميكروب *L. monocytogenes*

الخاصيه	النتيجه	الخاصيه	النتيجه	الخاصيه	النتيجه
بيئة عباد الشمس(١)	+	الكتاليز	+	إنتاج الإندول	_
أحمر الميثيل	+	تخمر الجلوكوز (٢)	+	إنتاج H_2S	_
إختبار VP	+	تخمر اللاكتوز (بطئ)	_	إختزال النترات	_
إنتـــاج أمونيـــا مـــن الأرجنين	+	تحلل النشا	_	تسيل الجيلاتين	_
تخمر السكروز	_	تحلل اليوريا	_	تخمر المانيتول	_

(١) يحمض بيئة لبن عباد الشمس ببطء وعادة مايزيل لونها ولكنه لايجبنها.

(٢) يعتبر الجلوكوز المصدر المفضل للكربـــون والطاقـــه، ويعتبـــر مطلبـــاً غـــذائياً للميكروب وهو يخمره وينتج حمضاً دون إنتاج غاز.

المقاومه Resistance

يقاوم الميكروب الظروف البيئيه فهو مقاوم للملوحة (الضغط الإسموزى المرتفع) فيمكنه النمو فى محلول ملحى ٢٥,٥٪ على ٤ °م لمدة ثلاثه - أربعة أشـــهر. يقـــاوم البرودة والتجميد فقد وجد فى الأيس كريم، ويقاوم الجفاف. كما يمكنه أن يعـــيش فـــى التربه الرطبه ما يقرب من سنه ولكنه غير مقاوم للحرارة أو المواد المطهرة فيقـــضى عليه بالبسترة، ويقتل بالتعرض لمحاليل فورمـــالين (٠,٥٪) ومحلـــول فينـــول (٥٪) ويقاوم pH (٥,٦ - ٩,٦) ونظراً لأنه من البكتريا Psychrotrophic فيمكنه النمو فـــى اللبن والمنتجات اللبنيه واللحوم وأطعمه أخرى على درجة حرارة الثلاجـــة. فنجـــد أن مرحلة log phase للميكروب فى اللبن الفرز والكامل والأيس كريم حوالى ٥ أيام على ٤ °م، ويصل العدد تقريباً إلى مليون خليه / جم من المنتج بعد ١٥ يوم بينمـــا يـــصل العدد إلى ١٠^٧ خليه / جم بعد ٣ - ٤ أسابيع فى جميع المنتجات الـــسابقه عـــدا لـــبن الشيكولاته حيث يصل العدد ١٠^٨ : ١٠^٩ خلية / جم وقد وجد أن البسترة على درجـــة ٦١،٧ °م / ٣٣ د لاتبيد الميكروب مما يستلزم الغليان لإبادته.

مصادر العدوى Sources of infection

تعتبر الماشيه والغنم والماعز أكثر الحيوانات عرضه للإصابه بالميكروب، إذ يسبب مرض إلتهاب الضرع فى الحيوانات الحلابه، فتفرز الحيوانات المصابه الميكروب فى اللبن والروث، وينتقل الميكروب إلى الإنسان عن طريق الأغذيه الملوثه، كما يعتبر السيلاج مصدراً رئيسياً لإنتقال الميكروب إلى الماشيه إذ أن المواد النباتيه الخضراء المستخدمه فى صناعته تتلوث بروث الحيوانات المصابه، فالسيلاج غير المخمر بالدرجة الكافيه يحتوى على الليستريا. كما يعتبر لحم الخنزير المصاب بمرض Listeriosis أكثر خطورة وقد تحدث العدوى عن طريق عضة من القراد حيث يدخل الميكروب عن طريق الجلد المجروح والأغشيه المخاطيه للفم والقناه الهضميه، وقد أمكن عزل الميكروب من اللبن والجبن غير المبستر والروث والتربه والسيلاج.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج المكروب العديد من المواد الضارة منها:

١- سم داخلى يتحرر عند تحلل الخلايا وهو مسئول عن ظاهرة Listeriosis فى الإنسان والحيوان.

٢- سم خارجى غير ذائب يطلق عليها Listeriolysin وهو له القدرة على تحليل خلايا الدم الحمراء من النوع hemolysin لا , α وهذا السم تنتجه جميع السلالات المرضيه.

٣- مركب يسمى internalin وهو يشارك فى غزو خلايا العائل.

٤- إنزيمات منها Metalloprotease, phospholipase كما وجد أن السلالات شديدة العدوى تكون محلله للدهن.

أعراض المرض: Symptoms

نظراً لطول مدة الحضانه (عدة أسابيع) فقد تتلوث القناه الهضميه بالميكروب دون ظهور أعراض على المصابين أو يعانون فقط من أعراض خفيفة ماتلبث أن تختفى. وتشمل أعراض الإصابه غثيان – قئ – إسهال – آلام فى البطن مع حمى وآلام فى الظهر وعدم إنتظام التبول، وإصابة (إلتهاب) البلعوم والكلى. وتكون الأعراض فى

الحوامل مصحوبه بأعراض تشبه أعراض الأنفلونزا. وقد يسبب إجهاضاً وفى الأطفال يكون المرض أشد وطأة مما قد يؤدى لتسمم دموى وإلتهاب سحايا المخ (أغشية الدماغ) meningoencephalitis المميت فى معظم الحالات خاصة عند الأطفال حديثى الولادة حيث تزداد معدل الوفاة إلى ٧٠٪ وفى الحيوانات قد يسبب إلتهاب الضرع والإلتهاب السحائى والإجهاض.

الوقايه:

أ- بالنسبه للإنسان والحيوانات:

التعرف على المرض ومعالجة الإنسان والحيوانات التى تعانى من المرض. وتجنب مخالطة الأصحاء بالحيوانات المصابه أو حاملى الميكروب مع تجنب إستهلاك الأغذيه المحتمل تلوثها بالميكروب مع إستبعاد الحيوانات المصابه.

ب- بالنسبه للمصنع:

- عدم قبول المنتجات المرتجعة - غير المعقمه والمحفوظة فى الثلاجة بعد إنتهاء مدة صلاحيتها إذ أن التخزين فى الثلاجة له تأثير cold enrichment يعمل على إعادة إصلاح الخلايا التى تشوهت بالعمليات التصنيعيه خاصة المعاملات الحراريه التى تعرض لها المنتج.
- عزل مناطق تداول اللبن ومنتجاته المبسترة عن الأنشطة الأخرى. وكذلك يجب أن تتم تداول المنتج النهائى قبل تسويقه فى منطقة بعيدة عن منطقة تداول المواد الخام.
- العناية الصحيه أثناء إنتاج وتصنيع اللبن وتخزينه بتنظيف وتعقيم أماكن الصرف drains والتخزين البارد وذلك بأشخاص مدربين مع العناية بماء المصنع وتعقيمه بالطرق التى تجعله خالياً من البكتريا المرضيه.

ج- الأغذيه:

نظراً لأن الميكروب لايستطيع النمو على pH أقل من ٥ لذا يفضل تحميض الطعام إذا أمكن ذلك، فهو سوف يساعد فى تثبيط نمو الميكروب. مع إختبار الأغذيه عالية المخاطر high risk foods من حيث إحتوائها على الميكروب، وإتباع

طرق محسنه للكشف عن الميكروب مع إتباع المعاملة الحراريه المناسبه. وقد تستخدم المواد الحافظه المسموح بها فالميكروب حساس للبنزوات والسوربات عن البروبيونات.

١١- الأمراض والتسمم الغذائى الناتج عن التلوث ببعض البكتريا التابعة لعائلة Spirillaceae

التسمم الغذائى الكامبيلوبكتيرى Campylobacteriosis (داء المنثنيه)

مقدمه:

يعتبر هذا التسمم من أهم العدوى المعويه الشائعة التى تصيب الإنسان عن طريق الغذاء فى كثير من دول العالم مسببة له إضطرابات معويه وإسهالاً للمسافرين، وهى مسئولة بدرجة أكبر من السالمونيلا والشيجيللا عن هذه الإضطرابات، وقد وجد أن معظم حالات التسمم هذه غالباً ما تكون ناتجة عن تناول لحوم طيور وأحياء مائيه غير جيدة الطهى، بجانب تناول لبن خام أو مبستر ملوث ببراز الحيوانات.

ومن أهم الأجناس التابعة لهذه العائله جنس *Campylobacter spp* ويضم هذا الجنس حوالى ثمانية أنواع منها أنواع ممرضة للإنسان من أهمها:

C. jejuni , C. fetus subsp fetus C. coli , Campylobacter intestinalis ,

والنوع *C. fetus subsp fetus* يسبب الإجهاض فى الماشيه أما *C. jejuni* فهو المسبب للتسمم الغذائى فى الإنسان.

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

Campylobacter jejuni المنثنيه الصائمية هو المسبب الرئيسى للإلتهابات المعويه فى الإنسان، والمسئول عن حالات عديدة من الإسهال.

الخواص المورفولوجية Morphological properties

عصوى حلزونى منحنى (٠,٢ : ٨ × ٠,٥ : ٥ µ) يصبح كروى أو بيضاوى فى المزارع القديمه، متحرك يحتوى سوطاً واحداً عند طرف الخليه أو طرفيها، غير متجرثم، سالب لصبغة جرام، يظهر حركة حلزونيه (لولبيه corkscrew like motion).

الخواص المزرعيه Cultivative properties

شحيح الإحتياجات الهوائيه يفضل ٦ – ١٠٪ O_2 ولاينمو فـــى ٢١٪ O_2، محــب للحرارة (٣٠ – ٤٥ °م) والحرارة المثلى ٤٢ °م ولايتكاثر على حرارة أقل مــن ٣٠ °م لذا لايحتمل تكاثره فى الأغذيه فى الدول معتدلة الحرارة (حرارة الغرفه أو أقــل)، حساس للتجميد يقضى عليه عند – ١٨ °م، حساس للجفاف والحموضه لاينمــو علــى pH أقل من ٥,٣ والمثلى (٦ – ٨) والمدى (٥,٣ – ٩,٥).

الخواص التخمريه Fermentation properties

ينتج إنزيم Oxidase، Catalase ولا يستطيع الإســتفادة مــن الكربوهيــدرات ولا يختزل النترات ولايسيل الجيلاتين ولاينتج الأندول.

مصادر العدوى Sources of infection

تعتبر القناه الهضمية وضرع الحيوان وبرازه مصدراً لهذا الميكروب، كما يوجــد فى أمعاء حيوانات المزرعة والدواجن والحيوانات الأليفه، ومياه المجارى والأنهــار، كما يصيب حيوانات الدم الحار، وغالباً ما يعتبر اللبن الخام أو المبستر بطريقة غيــر كاملة مصدراً لهذا الميكروب إذ يوجد فى روث الماشيه وفى ألبان الحيوانات المصابه بإلتهاب الضرع مما يسهل تلوث اللبن به، فقد وجد بمعدل ٠,٢ – ٤,٣٪ مــن عــدد العينات المختبرة (El. Kholy, 1992) ويعتقد أنه لايتكاثر بالغذاء ويتكاثر فــى القنــاه الهضميه.

إنتاج السموم Toxin production

بعض سلالاته تنتج توكسين معوى غير مقــاوم للحــرارة (CJT) heat ñ labile enterotoxin يؤدى لزيادة مستوى cyclic adenosin monophosphate (CAMP) فــى الأمعاء وبالتالى الإسهال، كما أن للميكروب القدرة على غزو الأنسجة.

مدة الحضانه: Incubation period

٢-١١ يوم وغالباً ٣ – ٥ أيام.

الأعراض: Symptoms

ألم شديد فى البطن إذ يسبب إلتهاب القناه الهضميه (إلتهاب الأمعــاء enteritis) – إسهال – غثيان – صداع – حمى. يحدث شفاء بعد إسبوع وقد تستمر الأعــراض ٣ أسابيع. فى الحالات الشديدة براز دموى – آلام فى البطن أشبه بآلام الزائدة الدوديــه، إلتهاب المرارة – عدوى الجهاز التنفسى، يمكن رؤية مخاط دموى وكرات دم بيــضاء فى البراز ميكروسكوبياً نتيجة غزو الميكروب لأنسجة الأمعاء.

١٢- الأمراض الناتجه عن بعض البكتريا التابعة لعائلة Rickettsiaceae

مقدمه:

هذه العائلة يضعها البعض ضمن البكتريا رغم أنها أصغر حجماً مــن البكتريــا، وتعيش فى خلايا الإنسان والحيوان، وليس لها القدرة على التكــاثر خــارج العائــل، وحجتهم فى ذلك أنها تتكاثر بالإنقسام الثنائى، ولها جدار خلوى يحتوى مكونات مماثلة لمكونات جدر خلايا البكتريا وحساسه للمضادات الحيويه.

ويتبع هذه العائلة جنسان هما 1- Rickettsia 2- Coxiella

١- Rickettsia: وهى تمر من المرشحات البكتيريه (أكثر شبهاً بالفيروسات).

٢- Coxiella: وهى لاتمر من المرشحات البكتيريه (أكثر شبهاً بالبكتريا).

وما يهمنا هنا هو الجنس الأخير Coxiella الذى يتبعه بكتريا Coxiella burnetti

المسئول عن نوع من الحمى يسمى حمى Q أو حمى المجازر، وإسـم المــرض مشتق من Query ومعناه الشك إذ ظل هذا المرض مدة طويلة مــشكوك فيــه وغيــر معلوم.

ونتناول فيما يلى أهم خواص هذه البكتريا:

الخواص المورفولوجية Morphological properties

خلايا صغيرة متعددة الأشكال (٠,٢ : ٠,٤ × ٠,٤ : ١ µ) عــصوى خيطــى أو بيضاوى وكروى ، سالب لجرام، غير متحرك يوجد أحياناً فى صورة diplococci.

الخواص المزرعيه Cultivative properties

يمكن زراعته على مزارع الأنسجة plasma tissue culture وفى أجنة الكتاكيت فهو لايتكاثر إلا فى الخلايا الحيه.

المقاومه Resistance

مقاوم للجفاف إذ يمكن أن يبقى (يعيش) بعيداً عن البيئه ١٠٩ يوم ، لذا ينتقل عن طريق الإستنشاق، كما أنه مقاوم للحرارة فهو يقاوم ٦٠ °م / ساعة ويقتل على ٧١,٧ °م / ١٥ ث أو ٦٢,٨ °م / ٣٠ د، ويعزى ذلك لتكوين الجراثيم الداخلية endospores، فهو أكثر مقاومه لحرارة البسترة عن بكتريا السل *M. tuberculasis* لذا قد يستخدم كدليل ميكروبى an indicator organism فى تحديد كفاءة عملية البسترة. ويبقى حياً عدة أيام فى الماء واللبن ويقاوم التجميد (-٢٠ °م) إذ يمكن أن يعيش فى هذه الدرجة لمدة عامين، ويقاوم ٠,٥٪ فورمالين، ١٪ فينول /٢٤ ساعة، ويمكن أن يعيش فى جبن التجبن الإنزيمى ٢٥ يوم، ولكن يموت فى الزبادى فى بحر ٢٤ ساعة نظراً لحموضته.

مصادر العدوى Sources of ifection

الحيوانات المنزليه والبقر والماعز والغنم، وينتقل منها للإنسان عن طريق إستنشاق الأتربه وتناول الأغذيه الملوثه واللبن الخام ومنتجاته غير المعامله حرارياً الملوثه بالميكروب، وكذا بواسطة الحشرات، ويعتبر القراد، القمل وبق الفراش، الذباب، ماشية اللبن من عوامل نقل العدوى.

وينمو الميكروب بصورة أفضل فى الفجوات العصارية لخلايا عائل الحيوانات المفصليه والفقاريات ولاسيما القرود، ويبقى الميكروب فى الماشيه لفترة طويله (حوالى ٢٠٠ يوم) وتكون مصدراً للعدوى، وتبدو الحيوانات المصابه سليمه ظاهرياً، وقد لايظهر أى تغيرات غير طبيعيه على اللبن الناتج من الحيوان المصاب، ويفرز الميكروب فى ألبان الحيوانات المصابه. وكذلك أثناء الولادة. وقد يسبب الميكروب إلتهاب الضرع فى البقر، ويتميز اللبن الناتج من الحيوان المصاب بإرتفاع نسبة الدهن (أحياناً) والنيتروجين الكلى، النيتروجين غير البروتينى، والكلور، pH، وإنخفاض

اللاكتوز والكازين ويعتبر شرب لبن خام ناتج من حيوان مصاب أو تلوث بعد البسترة من مصادر العدوى. وتحدث العدوى فى الدم بفعل القراد والحشرات والتى تنقل الميكروب من حيوان لأخر. ومن الدم ينتقل الميكروب ليصيب جميع الأعضاء (الضرع - نخاع العظام - العقد الليمفاويه) ونادراً ما تحدث العدوى بالملامسه. ويقال أن الأعداد الملوثه للبن ومنتجاته واللحوم ومنتجاتها أقل من أن تحدث العدوى.

مدة الحضانه: Incubation period: ٢ - ٣ أسابيع

الأعراض: Symptoms

تظهر الأعراض عندما يصل الميكروب إلى الجهاز التنفسى وتتمثل فى الحمى والصداع والعرق الشديد والضعف والإلتهاب الرئوى pneumonia وإلتهاب الجهاز العصبى المركزى.

الحساسيه والمناعه:

تعطى الإصابه بالمرض الشخص المصاب مناعة لمدة غير محدودة.

الوقايه

١- المعاملة الحراريه الكافيه للبن.

٢- الرقابه على الحيوانات الأليفة المستوردة.

٣- إتخاذ الإحتياطات الصحيه.

الفصل الثامن

التلوث بالفطريات

(التلوث الغذائى الفطرى Mycological food poisoning)

رغم أن أنواع معينة من الفطريات تستخدم فى صناعة أصناف من الجبن إلا أن العديد من الفطريات يعتبر وجودها فى المنتجات اللبنية أمرا غير مرغوب لما ينتج عنها من سموم فطرية وتغيرات حسية تتمثل فى الطعم واللون والرائحة.

السموم الفطرية Mycotoxins

مقدمه:

المواد السامه هى مواد موجودة فى البيئة تسبب أضراراً كثيرة للإنسان بدءاً من إضطرابات الجهاز الهضمى وحتى الأورام (السرطان)؛ ومن هذه المواد الأدوية وبعض المضافات الغذائية، المبيدات، المواد الكيماويه الصناعية وغيرها من ملوثات البيئة، هذا بجانب السموم الطبيعية والأخيرة ليست من صنع الإنسان ولكنها سموم ذات أصل نباتى أو حيوانى أو ميكروبى. والسموم الميكروبية هى السموم التى تنتجها البكتريا أو الفطر والسموم الفطرية يطلق عليها لفظ Mycotoxins.

تعريف السموم الفطرية وامثلة لها:

هى إفرازات خارجية عبارة عن نواتج التمثيل الثانوى للفطر؛ وهى غير ضروريه لنمو الفطر ولايعرف فائدة لها بالنسبة للفطر. ويطلق على هذه السموم لفظ

Mycotoxins وهى مشتقة من الكلمة اللاتينية MYKHE (mykes) بمعنى فطر Fungus والكلمة اللاتينية TOE/KON (toxicum) بمعنى سموم poisons، وتلوث هذه السموم غذاء الإنسان وعليقة الحيوان والمواد الخام الداخلة فى تصنيعهما، مما يسبب تسمماً للإنسان وحيواناته الأليفة حتى ولو بتركيزات ضئيلة أقل من ١٠ µg / كجم من وزن الجسم.

وتوجد هذه السموم فى جراثيم الفطريات أو تفرز فى البيئة التى تنمو عليها. وتقيم سلامة الغذاء على أساس خلوه من هذه السموم أكثر من التعرف على مجرد نمو الفطر، إذ أن وجود الفطر لايعنى بالضرورة وجود سم فطرى معين بالغذاء.

وتختلف السموم الفطرية عن السموم البكتيرية، فالسموم البكتيريه مواد ذات وزن جزيئ كبير كالببتيدات والبروتينات وليبيدات السكريات العديدة Lipopolysaccharides وهى سموم أنتيجينية antigenic، بينما السموم الفطرية غير أنتيجينية non-antigenic وهى ذات وزن جزيئ صغير نسبياً إلا أنها أكثر تعقيداً من الوجهه الكيماوية. ويصعب فصلها أو التعرف عليها بإستخدام التحليل الكروماتوجرافى الغازى السائل GLC لقلة تطايرها كما أنها مقاومة للحرارة بدرجة يصعب معها إتلافها بدرجات الحرارة التقليديه المستخدمة فى عمليات التصنيع أو الطهى، كما أن إنخفاض وزنها الجزيئ يسمح بإنتشارها فى الأغذية ذات النشاط المائى Water Activity aw المرتفع نسبياً، لذا يلاحظ أن إزالة الأجزاء المصابة بالفطريات من هذه الأغذية أو التنظيف الميكانيكى لها قد لا يؤدى إلى التخلص الكامل من السموم المتكونه لذا يجب تجنب نمو الفطريات على هذه الأغذية.

وتعتبر السموم الفطرية من أقوى السموم الميكروبيه المعروفة وتسبب أمراضاً خطيرة للكبد والكلى والقولون والجهاز الهضمى والعصبى والتنفسى وجهاز المناعة.

ويطلق على الأثار الضارة للسموم الفطرية (أى أعراض التسمم Toxicity Syndromes) لفظ Mycotoxicoses أو Mycosis وهذه الأثار والتى تشمل التسمم الحاد، والأمراض السرطانية والمطفرات .... ألخ موجودة من زمن طويل إلا أنها ظلت كمرض مجهول (دون إكتشاف سببها) حتى سنة ١٩٥٩ حين حدثت عدة وفيات لآلاف من الرومى وغيره من الطيور الداجنة فى إنجلترا، وبدراسة أسباب هذا

المرض والذى عرف فى هذا الوقت باسم (مـــرض x الرومـــى) Turkey X Disease عرف أن سببه يرجع إلى مادة سامة موجودة فى مجروش الفول السودانى البرازيللى، الذى كان يستورد ويستخدم كمصدر للبروتين فى عليقة هذه الطيور.

وأن هذه المادة السامة ينتجها نوعان من الفطريات ملوثان للفول هما *Aspergillus flavus, A. parasiticus* وسميت هذه المادة أفلاتوكسين Aflatoxin مشتقة مـــن الفطـــر *Aspergillus flavus* وكان هذا أول نوع أكتشف من السموم الفطرية. ويوجد حالياً أكثر من (٣٥٠) نوعاً من السموم الفطرية تسبب مخاطر صحية للإنسان والحيوان وقـــدتم توصيف هذه السموم والتعرف على تركيبها فمنها سموم الأوكراتوكسينات Ochratoxins، الربراتوكسين Rubratoxins والترايكوثيـــسينات Trichothecein والبـــاتيولين Patulin الإسترجماتوسستين Stregmatocystin والسترنين Citrinin وحمض البنـــسليك Penicillicacid والتريكوثيسينات Trichothecein والزيارولينون Zearolenone.

وتؤكد الدراسات أن الأجنـــاس الثلاثـــة: الأســـبرجلس Aspergillus والبنـــسليوم Penicillium والفيوزاريم Fusarium هى المسئولة عن إنتاج أكثر من ⅔ السموم الفطريـــة المعروفة، وبينما يوجد حوالى ٤٠ نوعاً تابعاً لجنس Aspergillus، ومالايقل عـــن ٥٠ نوعاً لجنس Penicillium يوجد عدد كبير يصعب تقديره من أنواع تتبـــع جـــنس Fusarium قادرة على إفراز سموم فطرية مختلفة، كما توجد أنواع أخرى حـــوالى ١٥٠ تابعـــة لإجناس مثل Alternaria، التراى كوديرما Trichoderma وغيرها وجميعها لها القـــدرة على إنتاج وإفراز سموم فطرية.

وتوجد هذه السموم فى الأغذية على هيئة سموم داخلية Endotoxins مخزونه فـــى الميسليوم والجراثيم الفطرية أو سموم خارجية Exotoxins والتى تفرز نتيجـــة نمـــو وتكـــاثر الفطريات. وتختلف الجرعات المؤدية للتسمم طبقاً لعدة عوامل منها:

١- تركيز السم الفطرى ووجود سموم أخرى تضاعف أو تثبط من فعل السم الفطرى.

٢- حالة وعمر المستهلك حيث يكون الضعيف صحياً والأصغر سناً أكثر حـــساسية للتـــسمم الفطرى.

٣- درجة السمية الفطرية (سمية خفيفة – سمية متوسطة – سمية شديدة).

كما تختلف السموم فيما تضره من أعضاء الجسم، فبعضها يؤثر أساساً على الكبد، والبعض يتلف الكلى، والبعض يضر بالجلد أو الجهاز العصبى. ولبعضها تأثيرات سمية أو دموية وإليك بعض الأمثلة:

أ- **الأفلاتوكسينات: Aflatoxins**

يؤدى التسمم بها إلى إدماء فى الجهاز العصبى، وإسهال وبراز مدمم، رشح وتليف الكبد والقلب، أوديما فى الصفراء وتحت الجلد وبين العضلات، وإنخفاض الهيموجلوبين، وعدم كفاءة وظيفة الكبد.

ب- **الأوكراتوكسين: Ochratoxins**

يؤدى التسمم به إلى الجفاف، وتضخم الكبد والكلى والطحال والبنكرياس، مع عدم كفاءة وظيفة الكلى، وزيادة حمض اليوريك والكرياتين فى الدم، وزيادة إخراج البول.

ج- **السيترنين: Citrinin**

يؤدى التسمم به إلى إضطرابات فى الدورة الدموية وإسهال وصعوبة فى التنفس.

د- **التريكوثيسينات: Trichothecene**

يؤدى التسمم به إلى القئ، وامراض عصبية، وتضخم الجهاز الهضمى والكلى، كما يؤدى إلى الأوديما.

هـ - **الأسترجماتوسستين: Stregmatocystin**

يؤدى التسمم به إلى نزيف فى التجويف الصدرى والبطنى والجهاز الهضمى والإسهال المدمم، وإلتهاب وتضخم الطحال.

و- **الباتيولين: Patulin**

يؤدى إلى إختلاف فى التركيب الكيماوى للكبد.

الفطريات المنتجة للسموم والمعزولة من الجبن

يبين الجدول (٢٥) أهم الفطريات المعزولة من الجبن ونسبة كل منها إلى المجموع الكلى

جدول (٢٥) أهم الفطريات المعزولة من الجبن ونسبة كل منها إلى المجموع الكلى

نوع الجبن	٪ أجناس الفطريات المعزولة من الجبن					
	البنسليوم *Penicillium*	الأسبرجلس *Aspergillus*	كلادوسبوريم *Cladosporium*	ألترناريا *Alternaria*	فيوزاريوم *Fusarium*	أجناس أخرى
تشدر	٨٢	٦,٦	٢,٠	١,١	١,١	٧,٠
سويسرى	٨٧	٠,٥	–	–	–	١٣,٠
أدم وجودا	٥٣	٣٤	–	–	–	١٣,٠
مطبوخ	٩٥	٢,٤	–	–	–	٢,٤
جاف مصرى	٢٦	٢٢	٢٣	–	–	٥
دمياطى	٣١	٣٢	١٥	٦,٤	٢,٦	١٠

ونشير فيما يلى إلى أهم السموم التى تنتجها بعض أنواع الأجناس.

أ- أهم السموم التى تنتجها بعض أنواع جنس الأسبرجلس *Aspergillus spp*

يعتبر جنس الأسبرجلس من الفطريات التعفنية، ومعظم الأنواع التابعة لهذا الجنس مرضية او مفسدة للأغذية فمنها مايسبب اضراراً صحية للحيوان (إجهاض معدى)، ومنها مايصيب الطيور، ومنها ماينتج سموماً للحيوان والإنسان.

فرغم أن جنس الأسبرجلس المعزول من جبن تشدر لايمثل اكثر من ٦,٦٪ من الفطريات المعزولة من هذا الجبن إلا أن ٤٨٪ من انواع هذا الجنس كانت سامة لجنين البيض.

ويبين الجدول (٢٦) أهم أنواع جنس الأسبرجلس المعزولة من عديد من الجبن من مختلف انحاء العالم والتوكسينات التى تنتجها.

ب - أهم السموم التى تنتجها بعض أنواع جنس البنسيليوم *Penicillium spp*

يعتبر جنس البنسيليوم من أكثر الأجناس المعزولة من عدة أنواع من الجبن، ورغم ان العديد من الأنواع التابعة لهذا الجنس تنتج المضاد الحيوى بنسلين، إلا أن الكثير

من انواع هذا الجنس تنتج سموماً فطرية، وقد وجد ان ٣٠٪ من أنواع هذا الجنس المعزول من جبن تشدر و٢٥٪ المعزولة من الجبن السويسرى كانت سامة لجنين البيض، ٤٥٪ من الأنواع المعزولة من جبن الجودا وتشدر فى جنوب أفريقيا سامة للبط. ويبين الجدول (٢٧) بعض أنواع جنس البنسيليوم المعزولة من بعض المنتجات اللبنية والسموم التى تنتجها.

جدول (٢٦) بعض أنواع جنس الأسبرجلس المعزولة من الجبن والسموم التى تنتجها.

الفطر	السموم
A.candidus	Kojic acid , citrinin , xanthoascin
A. flavus	Aflatoxins , aflatrem , sterigmatocystin, Kojic acid, aspergillic acid, α ñ cyclopiazonic acid , β ñ nitro propionic acid
A. fumigatus	Fumigatoxin , gliotoxin , termorgenic mycotoxins
A. glaucus group	Physcion , erythroglaucin
A. nidulans , *A. sydowi*	Sterigmatocystin
A. nominus , *A. parasiticus*	Aflatoxins
A. niger	Nigragillin , malformins , aurasperone , oxalic acid
A. oryzae	β - nitropropionic acid
A. ustus	Austdiol , sterigmatocystin
A. versicolor	Sterigmatocystin , versicolorin A , α ñ cyclopiazonic acid

جدول (٢٧) بعض أنواع جنس البنسيليوم المعزولة من بعض المنتجات اللبنية والسموم التى تنتجها.

الفطر	السموم
P. bervicompactium	Brevianamide , mycrophenolic acid
P. crustasum	Penitrem A and roquefortine
P. cyclopium	Penitrem A , α ñ cyclopiazonic acid, patulin , penicillic acid , viomellein, xanthomegnin , ochratoxin A
P. roqueforti	Penicillic acid, roquefortine , PRtoxin , isofumigaciativens A & B, mycophenolic acid ,siderophores
P. viridicatum	Ochratoxin A , citrinin , xanthomegnin , viomellein , penicillic acid ,viridicatum toxin , brevianamide A , mycophenolic acid , α - cyclopiazonic acid

وفيما يلى بعض أجناس الفطريات الأخرى والمعزولة من الجبن:

١- جنس Alternaria: مصدر هام للسموم الفطرية إلا أنه نادر فى الجبن.

٢- Caldosporium: ينتج سموماً سامة لجنين البيض منها:
Fagicladosporic acid, epicladosporic acid, emodic, allergens.

٣- Fusarium: مصدر هام للسموم الفطرية إلا أنه نادر فى الجبن.

٤- Drechslera: ينتج Sterigmatocystin.

٥- Gliocladium: ينتج Trichothecene.

٦- Rizopus: ينتج Rhizonin.

٧- Rizoctonia: ينتج Slaframine, Swainsonine.

٨- Trichoderma: ينتج Gliodoxin, Trichothecene.

٩- Verticillium: ينتج Verticillin A.

ملحوظة:

قد وجد أن بعض الفطريات المستخدمة فى تسوية بعض الجبن مثل جبن الركفور – كمبرت، ستيلتون – جرجونزولا تكون سموماً إلا أنه لم يثبت حتى الأن أن هذه الأنواع تنتج كميات ملموسة من السموم أثناء تسوية وتخزين الجبن.

مما سبق نرى أن المنتجات اللبنية من الأغذية المعرضة للإصابة ببعض الفطريات المنتجة للسموم. وأن معظم هذه الفطريات تتبع جنس Aspergillus Penicillium, وسوف نتناول فيما يلى الأفلاتوكسينات بإعتبارها أكثر السموم الفطرية إنتشاراً ودراسة.

الأفلاتوكسينات Aflatoxins أحد السموم الفطرية

التركيب الكيماوى Chemical structure

تعتبر الأفلاتوكسينات من أول السموم الفطرية التى تم التعرف عليها (Turkey X Disease) والتى تنتجها فطريات معظمها تابع لجنس Aspergillus خاصة *A. flavus, A. parasiticus* وإشتق إسمها من الفطر *A. flavus*.

وجميع الأفلاتوكسينات مركبات أكسجينية حلقية بها ١٧ ذرة كربون وتحتوى فى تركيبها بجانب الكيومارين Coumarin (Benzo α - pyrone) والفورفـــوران Furfuran ومجموعة المثيل methoxy على جانب

أ- حلقة Cyclopentanone ب- حلقة Lactone

أ- حلقة Cyclopentanone مجموعة (A F B)	ب – حلقة Lactone بها ذرة (O) مرتبطة برابطة مزدوجة مجموعة (A F G)
مجموعة A FB تتكون من 1- Furfuran 2- caumarin (benzo α ñ pyrone) 3- Cyclopentanone 4- Methoxy group	مجموعة A F G تتكون من 1- Furfuran 2- caumarin (benzo α ñ pyrone) 3- lactone 4- Methoxy group

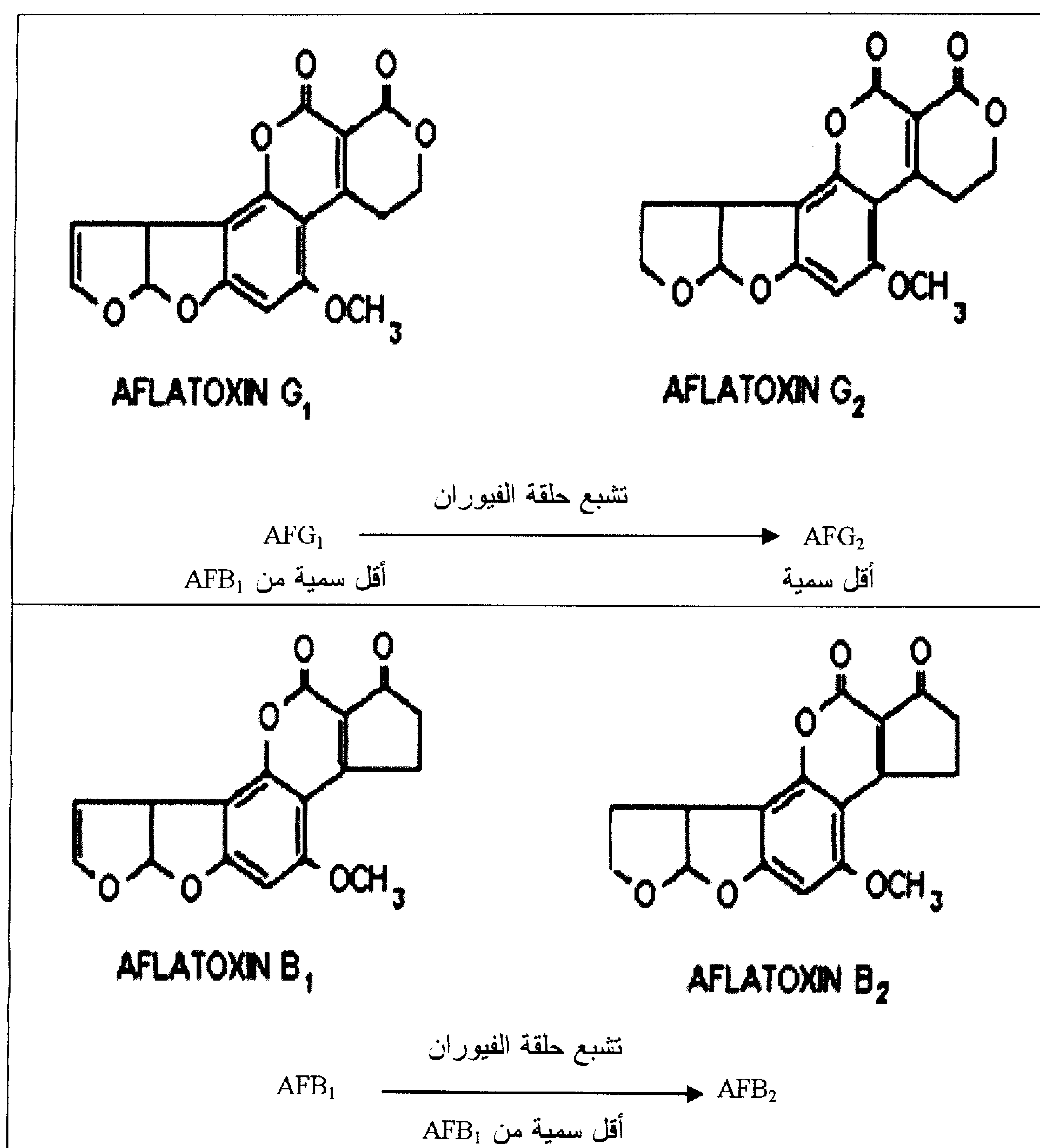
ويوجد أربع مجموعات أساسية من الأفلاتوكسينات هى B_1, B_2, G_1, G_2 وتتميـــز المجموعة B بإحتوائها حلقة Cyclopentanone وإعطائها وميضاً أزرقاً تحت الأشـــعة فوق البنفسجية UV كما تتميز المجموعة G بإحتوائها حلقة lactone وإعطائها وميضاً أخضراً تحت الأشعة فوق البنفسجية UV (طول موجى ٣٦٠ nm نانومتر).

ومن هاتين المجموعتين يشتق العديد من الأفلاتوكسينات الأخرى مثل:

B_2, B_{2a} Aflatoxical(RO), parasiticol (BL), D_1, P_1, G_{2a}, G_{M1}, M_1, M_2 ويعتبر B_2, G_1, G_2, M_1, M_2 من أكثر الأفلاتوكسينات.

وتوجد AFM_1, AFM_2 فى ألبان الحيوانات عند تناولها عليقة ملوثة بهذه التوكسينات خاصة مجموعة AFB كما تظهر أيضاً فى بول تلك الحيوانات وتبين التراكيب التالية أهم هذه الأفلاتوكسينات.

أ- التركيب الكيماوى لأهم الأفلاتوكسينات شيوعاً



بإضافة (OH) إلى حلقة الفيوران تقل السمية وتعطى

AFLATOXIN M_1 → AFLATOXIN M_2

بتشبع حلقة الفيوران

تشبع حلقة الفيوران بجانب إضافة OH تقلل سمية AFM_2 عن AFB_2	بإضافة (OH) لحلقة الفيوران تؤدى لقلة سمية AFM_1 عن AFB_1

ب – أفلاتوكسينات أخرى أقل شيوعاً

aflatoxin G_{2a} AFG2a	$AFGM_1$
aflatoxin B_{2a} AFB2a	aflatoxicol Aflatoxicol (RO)

Aflatoxin D1	AFLATOXIN P_1
Parasiticol (BL)	

التخليق الحيوى للأفلاتوكسين B_1: Biosynthesis of AFB_1

يعتبر AFB_1 أشد الأفلاتوكسينات، وكذا التوكسينات الفطرية الأخرى سمية ومن AFB_1 تشتق غالبية الأفلاتوكسينات الأخرى، كما أن معظم التوكسينات الفطرية الأخرى خلاف الأفلاتوكسينات تعتبر مركبات وسطية تشترك فى تخليقه كما يتضح من التخطيط التالى والذى يبين التركيب البنائى للمركبات الوسطية الداخلة فى تخليق AFB_1 ومنه يتضح انه يخلق من الخلات، مجموعة Methoxy ويقال ان مصدر هذه المجموعة هو الحمض الأمينى ميثوثين.

خطوات تخليق AFB_1

Acetate (١)	Poly ketide (٢) وهو عبارة عن مجموعات أستات مع بعضها
Averantin (٤)	Nor solarinic acid (٣)
Versiconal hemiacetal acetate (٥)	Versicolorin A (٦)
Aflatoxin B_1 (٨)	Sterigmatocystin (٧)

التأثير الحيوى للأفلاتوكسينات Biological effects

الأفلاتوكسينات مواد شديدة السمية مسببه سرطان الكبد والطفرات الوراثية، وتؤثر على الحيوان والإنسان والنبات، ويختلف LD_{50} وتأثيرها على صحة الحيوان بإختلاف:

١- نوع الحيوان: فمثلاً العجول والكتاكيت والبط والخنازير أكثر حساسية لـ AFB_1 (أى تموت بجرعات صغيرة) بينما الماعز والغنم والفئران اكثر مقاومة نسبياً (أى تموت بجرعات اكبر) وقد يرجع ذلك لإختلاف طبيعة التمثيل الغذائى لهذه الحيوانات.

٢- كما تختلف LD_{50} بإختلاف عمر الحيوان وجنسه فتزداد الحساسية بصغر السن كما أن الإناث اكثر تحملاً من الذكور.

٣- وكذا بنوع الأفلاتوكسين المعطى للحيوان فنجد أن شدة سمية الأفلاتوكسينات تتبع الترتيب التالى G_2õ B_2õG_1õB_1.

ومنه يلاحظ أن السمية تقل بإحلال حلقة lactone (فى AFG) محل Cyclopentanone (فى AFB) وكذا بتشبع الروابط المزدوجة فى حلقة Furan، وكذا بإضافة OH للجزئ. فقد وجد أن الجرعة المميته لنصف حيوانات التجارب LD_{50} لبط صغير عمر يوم واحد من كل من الأنواع الرئيسيه الأربعة كما يلى:

B_1	B_2	G_1	G_2
١٨,٢	٨٤,٨	٣٩,٢	١٧٢,٥ µg
٩	٤,٥	٢	١

ومنه يتضح ان سمية B_1 تعادل ٩ أمثال سمية G_2 وتعادل ضعف سمية G_1 وتعادل ٤,٥ مرة سمية B_2 ويقال أن سمية M_1 تقع ما بين سمية B_1, G_1.

٤- كما أن لمكونات الغذاء خاصة نسبة البروتين كمية ونوعاً تأثير على الفعل السام لهذه التوكسينات، إذ يؤثر ذلك على درجة نشاط إنزيمات الكبد، فنقص البروتين فى الغذاء يقلل من نشاط الإنزيمات بصفة عامة، ونشاط إنزيمات الكبد بصفة خاصة، ولما كانت هذه التوكسينات تمثل بإنزيمات الكبد فإن نقص البروتين فى الغذاء يؤدى لنقص نواتج تمثيل AFB_1 أى أن نقص بروتين الغذاء يؤدى لنقص سمية

AFB_1 مما يقلل من الحالات السرطانية، ففى تجربة على الفئران قسمت إلى ٣ مجموعات:

المجموعة الأولى:

تغذت على غذاء فقير فى البروتين + أقل مستوى من AFB_1 لمدة ٣ شهور والنتيجة أنه لم تظهر عليها أى حالات سرطانية ولم تحدث وفاة مما يدل على نقص إنتاج نواتج تمثيل AFB_1.

المجموعة الثانية:

تغذت على غذاء طبيعى فى البروتين + أقل مستوى من AFB_1 لمدة ٣ شهور والنتيجة ماتت الفئران بعد سنة من التغذية وظهرت عليها حالات سرطانية.

المجموعة الثالثة:

تغذت على غذاء عالٍ فى البروتين + اقل مستوى من AFB_1 لمدة ٣ شهور والنتيجة ماتت الفئران بعد سنة من التغذية وظهرت عليها حالات سرطانية.

أما إضافة السستين بمعدل ٠,٦٪ مع مجموعات الأغذية الثلاثة السابقة فقد أدى إلى إصابة الكبد بأورام سرطانية حتى مع تناول الغذاء الفقير فى البروتين. ويبدو أن تكوين الأورام بفعل الأفلاتوكسينات مرتبطاً بقوة اكسدة الرابطة المزدوجة الموجودة فى نهاية حلقة الفيوران، بدليل أن تعاطى مضادات الأكسدة، ومركبات indoles (كرنب) وتوافر فيتامين E , A تقلل من التأثير المسرطن للأفلاتوكسينات.

تمثيل الأفلاتوكسينات Metabolism of aflatoxins (AFB_1)

يرى الكثيرون أن AFB_1 ليس هو السبب المباشر للسرطان، ولكن يحتاج هذا التوكسين إلى تمثيل فى الكبد وتنشيط بفعل ميكروسومات الكبد، ونواتج التمثيل النشطة الناتجة من AFB_1 هى المسئولة عن تلك الأورام. ويرتبط إصابة الكبد بالسرطان بمقدار AFB_1 المعطى فى الغذاء، وكذا تبعاً لدرجة الأكسدة الحادثة للتوكسين فعند حدوث اكسدة شديدة فقد تتكون مواد أقل سمية تفرز فى البول واللبن مثل AFM_1.

أما عند حدوث أكسدة بسيطة فإنه يتكون نواتج تمثيل سرطانية حيث يتحول AFB_1 إلى 2,3 dihydrodiol of AFB_1 وهذا يتفاعل بدوره مع مجموعات الأمين الأولية

لبروتينات الكبد ويمنع من تخليق البروتينات فى الكبد، وهذا ما يفسر ما يحدث من موت موضعى لخلايا الكبد مما يسبب الوفاه.

وهناك علاقة بين إصابة الكبد بفيروس B وتعاطى أغذية ملوثة بالتوكسين AFB_1 من جانب، وبين تليف الكبد من جانب أخر، فالأشخاص الحاملين لهذا الفيروس (B) أكثر قابلية للإصابة بسرطان الكبد عند تعاطيهم غذاء ملوث بالتوكسين AFB_1 وعموماً فأن الكبد هو أكثر الأعضاء عرضة للإصابة، فقد وجد أن تعاطى الفئران غذاء يحتوى ١٥ µg / كجم من وزن الجسم ادى إلى إصابة كبد الفئران بالسرطان بعد ٦٨ أسبوعاً من إستمرار تناول هذا الغذاء حيث حدث تآكل لخلايا الكبد ونزيف للأنسجة، وقد تؤدى الجرعات الأقل من ذلك إلى الإستسقاء وإنسداد الأوردة وتليف الكبد وتراكم الدهن به، مع نقص فى معدل النمو، كما تصاب الأعضاء الحيويه الأخرى مثل الطحال والبنكرياس والكلى.

وبجانب التأثير على الكبد فأن نواتج تمثيل AFB_1 ترتبط مع RNA , DNA بالخلايا، ويحدث هذا الإرتباط عادة فى مواقع المجموعات الأمينية القاعدية، فتصبح الخلايا غير طبيعية فى خواصها المورفولوجية كأن تتحوصل وتتضخم ويمتنع إستنساخ DNA , RNA وبالتالى تخليق البروتين.

ويمكن توضيح كيفية تمثيل الأفلاتوكسينات (AFB_1) كما يلى:

بعد هضم المادة الغذائية الملوثة بالتوكسين، تمتص نواتج الهدم (الهضم) ومعها التوكسين فى الأثنى عشر وتحمل إلى الكبد وهناك:

أ- يرتبط جزء منه بالكبد.

ب- يتعرض الجزء الباقى لأنزيمات الكبد حيث يحدث له إما

– فوق أكسدة شديدة وينتج عن ذلك توكسينات أخرى أقل سمية من AFB_1 مثل M_1, G_1.

- والتوكسينات الأخيرة جزء منها يتحول إلى صورة ذائبة فى الماء بفعل عصارة الصفراء ويفرز فى بول وروث الحيوان أو منتجاته لبن أو بيض، وعن هذا الطريق يحدث تلوث للبن ومنتجاته بـ AFM_1 رغم عدم نمو فطريات على هذه المنتجات.

- الجزء الآخر يرتبط بنواتج تمثيل الغذاء ويصل للجهاز الدورى ليوزع على أنسجة الجسم ويتراكم فيها.

– وإما فوق أكسدة بسيطة حيث ينتج عنها مركبات شديدة السمية منها 2,3 epoxy aflatoxin وهى مركبات عالية النشاط كيماوياً حيث ترتبط كما هى بنواتج تمثيل الغذاء الأساسية، وبالتالى بمكونات الخلية، أو يحدث لها هدرجة حيث تتحول إلى 2,3 dihydrodiol of aflatoxin ويحدث التسمم إما حاداً أو مزمناً. ومن ذلك نرى أن التسمم الحادث يرجع إلى الأيبوكسيد Epoxide وليس (AFB_1) وعليه.

i – فإن الحيوانات التى تفشل فى إنتاج الإيبوكسيد عادة تكون مقاومة للتسمم الحاد أو المزمن الناتج عن الأفلاتوكسين.

ii – الحيوانات التى تنتج الإيبوكسيد ولديها القدرة على تمثيله بإنزيمات dehydrases فهى تحول الإيبوكسيد والدهيدروديول إلى مركب dehydroxy acetal.

وهى مادة شديدة الفاعلية تتفاعل مع البروتينات مما يساعد على إمتصاصها فى القناه الهضمية وتسبب سمية حادة.

iii – الحيوانات التى تنتج الإيبوكسيد ولاتستطيع تمثيله فإنها تصاب بتسمم مزمن، حيث يبقى هذا الجزء ويتراكم فى الأنسجة مع بقية AFB_1.

وتشارك هذه السموم فى حدوث بعض الأمراض منها.

(١) الإصابة بالسرطان الكبدى الأولى (يعتبر الكبد أكثر الأعضاء عرضة للإصابة) ويلزم للإصابة به تعاطى الأفلاتوكسينات (الأغذية الملوثه بها) لفترة كافية تختلف بإختلاف:

– نوع الحيوان: ٨ سنوات فى القرود، ١٠ – ٢٠ شهر فى الفئران البيضاء – البط – سمك السلمون.

– تركيز الأفلاتوكسين فى الغذاء: ففى الفئران البيضاء ظهرت الأورام فى ١٠٪ من الحيوانات عند تعاطى التوكسين بمعدل ١ μg / كجم من وزن الجسم لمدة ٢٠ شهراً، بينما ظهرت الأورام فى ١٠٠٪ من الحيوانات عند تعاطى التوكسين بمعدل ١٠٠ μg / كجم من وزن الجسم لنفس المدة (٢٠ شهر).

وينتشر مرض سرطان الكبد الأولى فى الإنسان بدرجة كبيرة فى المناطق التى تكون فيها الظروف الجوية وظروف التخزين من الأغذية ملائمة لنمو الفطر *A. flavus*. وكما سبق فإن الأفراد المصابين بسرطان الكبد الأولى أكثر عرضة للأصابة بفيرس B، ويتزايد وتنتشر الأصابة بهذا الفيرس فى البلاد التى يتزايد فيها نسبة الأصابة بسرطان الكبد الأولى. كما أن الأفراد المصابين بفيرس B أكثر عرضة للإصابة بسرطان الكبد.

(٢) الأصابة بأعراض رآى Reye's syndrome وهو يحدث بصورة وبائية فى الأطفال فى شرق تايلاند، وقد يرجع ذلك لتغذيتهم على الحبوب (أرز – قمح – ذرة) الملوثة بالفطريات المنتجة للتوكسين.

وتشمل أعراض هذا المرض: القئ – نقص الجلوكوز – تشنجات – غيبوبة – وفاة.

وقد وجد AFB_1 فى أنسجة، كبد، سوائل جسم، محتويات معدة وأمعاء الموتى المصابين.

(٣) مرض الكواشيوركور Kawashiorkor عند الأطفال: وهو مرض منتشر فى غانا ويعنى عندهم مرض الطفل الأول (إذ يحدث هذا المرض عادة للأطفال الصغار الذين تلد أمهاتهم أطفالاً جدداً فتهمل الطفل الأول وتتوقف عن إرضاعه وتعتمد فى تغذيته على الحبوب، وهناك عاملان يؤثران فى المرض: الأول هو نقص البروتين فى الغذاء والعامل الثانى هو تلوث هذا الغذاء – الحبوب عادة – بالفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات. ومن أعراض المرض:

- الأوديما odema: وهو ورم فى جميع أجزاء الجسم لإحتجاز السوائل بها.
- تضخم الكبد وتليفه (بفعل التوكسين) وتراكم الدهن به.
- ضعف النمو إذ ان نواتج تمثيل التوكسينات ترتبط بالـ RNA, DNA وتمنع تخليق البروتين هذا بجانب نقص البروتين فى غذائهم.
- البلاهه – الأنيميا – الإسهال.

(٤) ضعف جهاز المناعة.

(٥) سرطان الدم Leukemia.

(٦) تشوهات خلقية – طفرات: نتيجة إنتقال التوكسين من الأم إلى الجنين أثناء الحمل وقد يتعرض الأطفال الرضع للإصابة بالأفلاتوكسين قبل فطامهم، لأن أمهاتهم تستهلك غذاء يحتوى على هذه السموم. إذ يقوم كبد الأم بتمثيل هذه الأفلاتوكسينات وينتج عنها مشتقات محتوية (OH) منها:

AFR_0 , AFP_1 , AFD_1 , $AFGM_1$, AFG_{2a}, AFM_1 , AFM_2 , AFB_{2a} ويعتبر AFM_1 هو أكثر نواتج هدم AFB_1 فى الثدييات والذى يفرز فى لبنها وبولها وبرازها، فقد وجد AFM_1 فى ألبان الغنم والماعز والبقر بعد تعاطيها علائق تحتوى AFB_1 إذ وجد أن حوالى ١٪ من هذا التوكسين يفرز فى صورة AFM_1 فى اللبن، ووجد ان أقل جرعة من AFB_1 فى العليقة ليظهر AFM_1 فى لبن البقر هى ٤٦ جزء / بليون حيث يظهر M_1 اولاً فى البلازما والبول والبراز وبعد ١٢- ٢٤ ساعة من تعاطى AFB_1 يظهر AFM_1 فى اللبن حيث يصل أقصاه بعد ٤ أيام ويقل بسرعة بعد وقف تعاطى AFB_1 ويصبح اللبن خالياً من AFM_1 بعد يومين من وقف التغذية على عليقة محتوية AFB_1، ويلاحظ ان سمية AFB_1 تعادل مرة ونصف سمية AFM_1 ومن ذلك يتضح أن AFM_1 ناتج تمثيلى أقل نشاطاً من AFB_1 وبه يتخلص AFB_1 من جزء من سميته.

وبجانب تأثير الأفلاتوكسينات على النشاط الحيوى للحيوانات والإنسان فأنها تؤثر كذلك على الميكروبات والنبات، فقد وجد أن AFB_1 يثبط نمو قليل من الميكروبات مثل *B. megatricum, E. coli*. ونظراً لشدة حساسية هذه الميكروبات للتوكسين فإن هذه الميكروبات تستخدم فى التقدير الحيوى لهذه السموم.

ويرجع دور هذه التوكسينات فى تثبيط نمو هذه الميكروبات إلى التقليل من النشاط الحيوى لإنزيمات هذه الميكروبات وما يصحب هذا التثبيط من تغيرات مورفولوجية تتمثل فى إستطالة الخلايا، كما تؤثر على بكتريا المجترات *S. bovis* فتقلل من قدرتها على إنتاج الأحماض الدهنية مما يقلل من وزن الحيوان. كما تظهر بعض البذور المصابة بالفطر نقصاً فى قيمتها الغذائية وقدرتها الأنباتية (يؤثر AFB_1 على حمض الجبريلك giberellic المسئول عن الإنبات) كما يعوق التوكسين تخليق الكلوروفيل.

العوامل المؤثرة على نمو الفطر وإنتاج التوكسين:
Factors that affect mold growth and aflatoxin production

يمكن تقسيم هذه العوامل إلى عوامل تغذوية، طبيعية، كيماوية، حيويه.

أ- العوامل التغذوية:

كثير من المواد الخام والأغذية تعتبر وسطاً ملائماً لإنتاج الأفلاتوكسينات عندما تصاب بسلالات سمية من *A. flavus*.

ومن هذه المواد علائق الحيوانات، وأغذية الأطفال النباتية وبعض المنتجات اللبنية واللحوم الناتجة من حيوانات تغذت على علائق ملوثة بالفطر والتوكسين وخاصة كبد هذه الحيوانات، كما تعتبر المخبوزات والخضروات والبيض وبعض الفاكهه بيئة ملائمة لنمو هذه الفطريات كما أن الحبوب خاصة الأرز والقمح مواد ممتازة لنمو الفطر وإنتاج التوكسين بينما فول الصويا أقل فاعلية فى ذلك كما يبدو من الجدول (٢٨).

جدول (٢٨) أثر نوعية الحبوب المنقوعة على إنتاج التوكسين من فطر *A. flavus*

الفطر (السلالة)	فول الصويا		فول سودانى		ذرة		ذرة سكريه		قمح		أرز	
	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢
NRRL3000	٩٧	١٣٤	١٧٨	١٥٩	١٨٥	٢١٦	٦٠٧	٦٦٢	٦٠٥	٥٨٧	٢٤٩	٢٢٢
NRRL2999	٦٥	٦٧	٢٨٢	٣٩٧	١٩٥	١٦٩	٣١٧	٤٠٢	٨٢٩	١٦٥٣	٥٠٧	٢٦٣

(١) دون إضافة الحمض الأمينى مثيونين

(٢) مع إضافة الحمض الأمينى مثيونين

من الجدول يتضح:

١- إختلاف كمية التوكسين بإختلاف سلالة الفطر ونوع المادة الغذائية (الحبوب) ومنه يتضح أن القمح أفضل الحبوب لنمو الفطر وإنتاج التوكسين، أما فول الصويا فهو أقل ملائمة لنمو الفطر وإنتاج التوكسين.

٢- إضافة المثيونين شجع الفطر على إنتاج التوكسين. ورغم أن القمح والأرز أكثر الحبوب فى تشجيع الفطر على إنتاج التوكسين فإن كمية التوكسينات المتكونه تختلف

بإختلاف الحبوب المستخدمة، ففى منقوع الأرز كان ترتيب التوكسينات المتكونه $B_1 õ G_1 õ B_2 õ G_2$ بينما بإستخدام منقوع القمح كان الترتيب G_1 õ B_1õ B_2õ G_2 وفى البيئات الصناعية وجد أن الأحماض الأمينية تشجع إنتاج التوكسين، وتتوقف كمية التوكسين المتكونه على نوع الحمض الأمينى وتركيزه ونوع الفطر، كما وجد أن أفضل مصدر كربوهيدراتى لنمو الفطر وإنتاج التوكسين هو الجلوكوز والسكروز والفراكتوز، أما اللاكتوز والمانوز والجلسرول فهى تنمى الفطر بدرجة قليلة جداً وكذا تنتج التوكسين بكميات قليلة، كما يعتبر عنصرى الزنك والمنجنيز من العناصر المعدنية الضرورية لإنتاج التوكسين، ورغم أن الحديد يثبط نمو الفطر وبالتالى إنتاج التوكسين، إلا أن مخلوط الحديد والكادميوم لهما تأثير منشط. أما ملح الطعام NaCl فقد وجد أن إحتواء البيئة على ١- ٢٪ كلوريد صوديوم فإنها تشجع تكوين التوكسين على حرارة ٢١- ٣٥ °م، كما أن ١- ٥٪ ملح طعام تساعد على أنتشار التوكسين من الميسليوم إلى البيئة، أما إرتفاع ملح الطعام فى البيئة عن ذلك فإنه يقلل من إنتاج التوكسين، فقد وجد أن ٨٪ ملح طعام تمنع إنتاج التوكسين عند نمو الفطر على ٢١ °م ولكن تسمح هذه النسبة بتكوين كميات قليلة عند نموه على حرارة ٢٨- ٣٥ °م.

ب- عوامل طبيعية:

وتشمل الحرارة، الرطوبة، pH وتركيزات الغازات فى البيئة:

١- درجة الحرارة: تؤثر درجة الحرارة على نشاط الفطر وكمية التوكسين، فلاينتج التوكسين على حرارة أقل من ١٣ °م أو أعلا من ٤٢ °م، وتتراوح الحرارة المثلى مابين ٢٤- ٣٠ °م، كما تؤثر درجة الحرارة على نوعية التوكسين فالحرارة أقل من ٢٤ °م حتى ١٣ °م تشجع إنتاج AFG وإرتفاعها ٣٠ - ٤٢ °م يشجع إنتاج AFB.

٢- الرطوبة: الرطوبة النسبية الملائمة تتراوح من ٨٣- ٨٨٪ ويزداد تكوين التوكسين بزيادة الرطوبة النسبية حتى ٩٩٪.

٣- *pH*: ينتج التوكسين على مدى واسع من الـ (*pH*) (٢-٩) وأنسب *pH* ٣ : ٦ ويقال أن على pH أقل من ٦ يشجع إنتاج AFB_1, B_2 أما على pH أعلا من ٦

فإن هذا يشجع على إنتاج G_2 ,AFG_1 وقد يرجع المدى الواسع للـــ pH إلـــى إختلاف البيئة المستخدمة لنمو الفطر.

٤- تركيز الغازات في البيئة: يعتبر O_2 عامل ضـــروري لنمـــو الفطـــر وإنتـــاج التوكسين، ويزيد إنتاج التوكسين بزيادة معدل التهوية كما يتـــأثر مفعـــول O_2 بتركيز CO_2 في البيئة، فإحتواء البيئة على أقل من ١٠٪ CO_2 مع وجـــود O_2 ينشط إنتاج التوكسين، وقد يرجع ذلك إلى أن CO_2 يدخل في تثبيت البـــروتين في الفطر وتخليق DNA، كما يدخل كمركب وسطي في دورة TCA وتمثيـــل Malonyl-coA إلا أن زيادة CO_2 من ٢٠- ١٠٠٪ يثبط إنتاج التوكسين، كمـــا أن إحلال N_2 محل O_2 يقلل من قدرة الفطر على إنتاج التوكسين ويتوقف إنتاج التوكسين عند ظروف جوية ١٠٠٪ N_2.

ج – عوامل كيماويه:

وجد أن الضوء وبعض المواد الكيماوية تثبط قدرة الفطر على إنتـــاج التوكـــسين، فالضوء يثبط إنتاج التوكسين بمقدار ٨٠٪ عن الظـــلام، كمـــا أن هنـــاك بعـــض الكيماويات قد تثبط إنتاج الأفلاتوكسينات منها.

Benzoic acid, Sorbic acid, Propionic acid, Caffeic acid, Cinnamon oil, Spices fungicides, Insecticides, Nitrate, Butylated hydroxyanisol (BHA), Ethylene, Ö Ö etc

ومعظم هذه المواد تثبط إنتاج التوكسين عن طريق تثبيط نمو الفطر ولكـــن غيـــر معروف بالضبط ميكانيكية هذا التثبيط.

د – عوامل حيويه:

لبعض الميكروبات المقدرة على تثبيط نمـــو *A. flavus* , *A. parasticus* ولبعـــضها القدرة على تغيير طبيعة التوكسين مما يقلل من سميته ومن هذه الميكروبات:

A. niger, Rhizopus olgaspeus, Lactobacillus spp, Flavobacterium aurantiacum.

المنتجات اللبنية وتلوثها بالسموم الفطرية (الأفلاتوكسينات)

المنتجات اللبنية من المواد الغذائية المعرضة للتلوث بالفطريات والسموم الفطرية، وقد يكون هذا التلوث بصورة غير مباشرة نتيجة تعاطى الحيوان عليقة ملوثة بهذه السموم، والتى تنتقل بدورها إلى اللبن ومنتجاته. ففى أوائل الستينات من القرن الماضى (١٩٦٠) إكتشف ان تعاطى الحيوانات الحلابة عليقة ملوثة بـ AFB_1 أدى إلى إفراز AFM_1 بلبن هذه الحيوانات، وقد وجد أن ١- ٢٪ من AFB_1 الموجود بالعليقة يفرز على صورة AFM_1 فى اللبن وأن هذه النسبة تكاد تكون ثابتة سواء كان التلوث كبيراً أم صغيراً، ولكنها قد تختلف من حيوان لآخر ومن يوم لآخر، ومن حلبة لأخرى.

وبجانب تلوث اللبن ومنتجاته بطريقة غير مباشرة ، فقد يحدث التلوث بطريق مباشر عن طريق تلوث هذه المنتجات بالفطريات المنتجة لهذه السموم، وهذا التلوث قد يكون عمداً نتيجة إستخدام بعض الفطريات كبادئات فى صناعة بعض الجبن كإستخدام بعض سلالات من جنس البنسيليوم فى صناعة جبن الركفور أو الكممبرت، إذ قد تنتج سلالات بعض هذه الفطريات سموماً بالجبن تحت ظروف معينة، وقد يكون التلوث عرضياً بالفطريات الخارجية التى تجد فى المنتجات اللبنية خاصة الجبن بيئة محببة لنموها ويحدث هذا التلوث إما أثناء تسوية الجبن أو تقطيعها لشرائح فى المنازل ومحلات البيع وإستخدام معدات غير نظيفة فى ذلك.

ونشير فيما يلى إلى تلوث اللبن وبعض منتجاته بالأفلاتوكسينات:

أ- الأفلاتوكسينات فى اللبن:

غالباً مايكون الأفلاتوكسين الموجود باللبن فى صورة AFM_1 ومصدره العليقة الملوثة AFB_1 والتى يتناولها الحيوان وعادة ما يكون AFM_1 مرتبطاً بالكازين وتتأثر كميته باللبن بعوامل منها:

١- كمية AFB_1 فى العليقة وظروف تخزين اللبن، فتقل كميته ويختفى فى اللبن الطازج السائل والمخزن على ٣٢ °ف بسرعة أكبر من المخزن بالتجميد، ويقل

إختفاؤه فى اللبن المعامل بالمنفحة. وقد يرجع ذلك لإحتمال إحتواء اللبن الطازج على إنزيمات تتلف AFM_1 وهذه الإنزيمات تتلف أو تثبط بالتجميد وكذا المعاملة بالمنفحة، أو قد يرجع ذلك لصعوبة إستخلاص التوكسين من كازين الألبان السابق تجميدها أو المعاملة بالمنفحة.

٢- المعاملة الحرارية: تؤدى المعاملة الحرارية من بسترة وتعقيم وتركيز وتجفيف إلى إنخفاض نسبة AFM_1 باللبن ويزداد هذا النقص بزيادة شدة المعاملة الحرارية.

٣- العمليات التصنيعية وتوزيع التوكسين بين المنتجات الأساسية والثانوية: إختلفت النتائج المتحصل عليها والخاصة بتوزيع AFM_1 بين الشرش والخثرة، وبين الزبد واللبن الخض وقد يرجع ذلك لإختلاف ظروف التحليل وتركيز AFM_1 وطريقة تلوث اللبن به فيما كان صناعياً أو طبيعياً ولكن غالباً مايكون توزيعه متساوٍ بين الشرش والخثرة فى معظم أنواع الجبن، وتكون نسبته فى اللبن الخض أعلى بكثير من نسبته فى الزبد.

ب- الأفلاتوكسينات فى المنتجات اللبنية

يكون مصدر الأفلاتوكسينات فى المنتجات اللبنية إما من اللبن الداخل فى صناعتها نتيجة إحتوائه على AFM_1 والناتج من حيوانات تغذت على عليقة ملوثة AFB_1، أو يكون مصدر هذه التوكسينات فى هذه المنتجات هو تلوثها بالفطريات المنتجة لهذه التوكسينات، وقد يكون التلوث من المصدرين معاً.

١- **الأفلاتوكسينات بالجبن:** رغم أن الكازين ينشط إنتاج الأفلاتوكسينات فى البيئة السائلة الملقحة بفطر *A. parasiticus*، فإن الجبن تعتبر بيئة فقيرة Poor substrate لإنتاج الأفلاتوكسين، لقلة ما تحتويه من الكربوهيدرات المشجعة على نمو الفطر وإنتاج التوكسين كما أن اللاكتوز غير محبب للفطر. ورغم ذلك هناك أبحاث كثيرة تشير إلى تكوين الأفلاتوكسينات بالجبن، وتختلف كمية التوكسينات المتكونة بإختلاف نوع الجبن ومدى ملائمتها لنمو الفطر فمثلاً الجبن تشدر تشجع نمو *A. flavus, A. parasiticus* عن جبن Brick وقد لوحظ إختفاء الأفلاتوكسينات المتكونه بالجبن الأخير بعد حوالى ٤ أسابيع من التسويه. وقد يعزى ذلك إلى تكسير

التوكسين بفعل نشاط بكتريا *Brevibacterium linens* ويقال أن *A. flavus* لاينمو ولايكون أفلاتوكسينات فى الجبن المسواه بالفطر داخلياً أو سطحياً مثل Blue cheese, pont l'eveque, camembert أما أذا أزيل الفطر من السطح فإن *A. flavus* ينمو ويكون الأفلاتوكسين، وقد يرجع ذلك إلى أن هذه الفطريات والمسئولة عن تسوية تلك الجبن تنتج نواتج تمثيل تثبط نمو *A. flavus* وبالتالى إنتاج التوكسين، كما لوحظ أن *A. flavus* أمكنه النمو على جبن Edam مضافاً إليها فلفل pepper ولكن دون إنتاج للتوكسين. أما الجبن المطبوخ فإنه يعتبر بيئة جيدة لنمو *A. flavus* وإنتاج الأفلاتوكسينات. وتتوقف كمية التوكسين المتكونه ونشاط الفطر على نوعية ونسبة أملاح الإستحلاب المستخدمه، وكذا نسبة ملح الطعام والحرارة والرطوبة والـ pH. وتشير كثير من الأبحاث إلى أن الأفلاتوكسينات تتكون فى الجبن الملوثه بالفطر على حرارة أعلى من ١٠ °م، ولما كانت معظم الجبن تسوى على درجة حرارة أعلى من ١٠ °م لذا فهذه الظروف تشجع نمو الفطر وإنتاج التوكسين خاصة مع توافر الرطوبة النسبية. والتوكسين الذى يفرزه الفطر النامى على سطح الجبن يمكنه التغلغل إلى داخل الجبن، ويعتمد مدى هذا التغلغل على نوع الجبن وقوامها فالجبن المفتوح القوام أو الذى يحدث به شقوق يمكن أن ينمو فيها مما يساعد التوكسين على التغلغل لمسافات بعيدة، وفى الحالات العادية والجبن السليم غير المشقق قد يصل التوكسين إلى عمق ٤ سم من سطح الجبن، وقد ذكر أن AFB_1 المتكون بالجبن لايتلف بصهرها على ٨٨ °م – ١٣٥ °م عند عمل الجبن المطبوخ.

٢- **الأيس كريم:** وجد أن تركيز الأفلاتوكسين يبقى ثابتاً فى الأيس كريم الناتج من لبن ملوث طبيعياً بالأفلاتوكسين M_1 لمدة ٨ شهور من التخزين تحت ظروف التجميد .

٣- **الألبان المتخمرة:** مثل اليوغورت واللبن الخض المتخمر والكفير الناتجة من لبن يحتوى أفلاتوكسينات، وجد أن عملية التخمير والتخزين عقب عملية التخمير يؤدى لخفض الأفلاتوكسين لدرجة كبيرة.

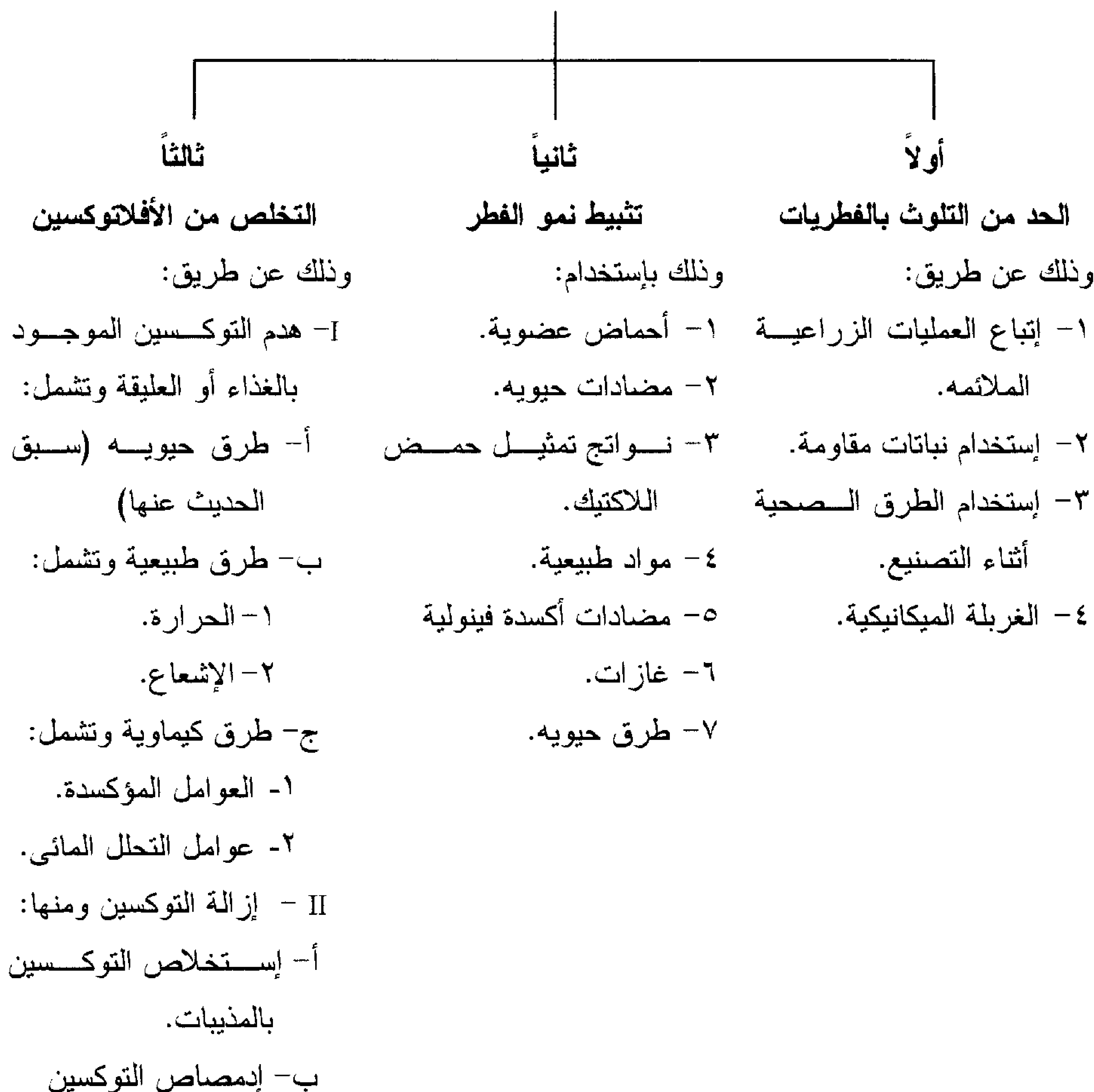
٤- **المنتجات الدهنية:** فى دراسة عن إختفاء الأفلاتوكسين AFM_1 فى القشدة عند تحويلها إلى زبد، وجد أن ٤- ١٥٪ من التوكسين الموجود بالقشدة يظهر فى الزبد، ويذهب معظم التوكسين (٨٥ - ٩٦٪) إلى اللبن الخض، كما يذهب حوالى ٣ - ٢٦٪ من الأفلاتوكسين فى الماء المستخدم فى غسيل الزبد.

٥- **الألبان المجففه:** رغم أن عملية التجفيف تخفض لحد ما AFM_1 الموجود باللبن السائل إلا أن نسبة كبيرة من التوكسين تقاوم عملية التجفيف وتبقى باللبن المجفف لفترات طويلة.

التشريعات الخاصة بالأفلاتوكسينات Regulations of aflatoxins

نظراً لصعوبة تقديم غذاء غنى فى البروتين خال من الأفلاتوكسين للإنسان، وبعد معرفة الأضرار الصحية لها فقد عملت محاولات دولية للتحكم فى مستوى الأفلاتوكسينات فى الغذاء فوضعت العديد من الدول التشريعات التى تحدد النسبة المسموح بها فى الأغذية والعلائق، ففى الولايات المتحدة تعتبر هيئة الغذاء والدواء Food and drug administration (FDA) الأفلاتوكسينات مواد سامة وضارة بالصحة، وحددت ألا تزيد نسبة الأفلاتوكسينات فى الغذاء بما لايزيد عن ٢٠ جزء فى البليون 20 ppb. ماعدا اللبن والذى حددت نسبتها فيه بما لايزيد عن ٠,٥ جزء فى البليون لأن اللبن المحتوى AFM_1 يمثل خطورة كبيرة للرضع والأطفال، كما حددت نسبتها فى عليقة ماشية اللحم بما لايزيد عن ٣٠٠ ppb وفى عليقة الدواجن ١٠٠ ppb أما عليقة ماشية اللبن فلاتزيد عن ٢٠ ppb ومعظم دول العالم تحدد نسبة تتراوح من صفر: ٥٠ ppb فى الغذاء وفى سنة ١٩٩٠ وضعت لجنة مخطوطات مضافات الغذاء والملوثات Codex committee on food additives and contaminations حد أقصى هو ١٠ ppb فى جميع الأغذية عدا اللبن والمنتجات اللبنية.

طرق الوقاية (تجنب مخاطر الأفلاتوكسين):



أولاً: الحد من التلوث بالفطريات:

تعتبر الفطريات من أكثر الميكروبات تبايناً فى الظروف الملائمة لنموها إذ لها القدرة على النمو تحت ظروف متباينة من الحرارة (صفر: ٥٥ °م) رغم أنه يمكن تثبيطها بالبسترة، كما أنها تنمو فى مدى واسع من الـ pH (٣ – ٨) وبعضها يمكنه النمو على pH أقل من ٢ pH، ورغم أن معظمها يقل نشاطها عند aw ٠,٨ فبعضها محب للجفاف ويمكنه النمو على aw ٠,٦٥ أو أقل ورغم أنها كائنات هوائية تحتاج

للأكسجين فإن بعضها يمكنه النمو فى جو فقير من الأكسجين (يقل عـن ١٪)، وقـد يصعب وقف نشاطها فى الأغذية بإستبعاد O_2 منها إذ أن الغذاء نفسه يحتوى O_2 ذائب كما أن العبوة قد تسمح بنفاذ O_2 (ملحوظة: الخمائر لاتحتاج متطلبات من O_2 ويمكنهـا النموفى جو خال تماماً من O_2) ومن وسائل الحد من التلوث بالفطريات:

١- إتباع العمليات الزراعية الملائمة خاصة عند الحصاد والتخـزين لمنـع تلـوث النباتات بالفطر، مع تخزين الحاصلات الزراعية على حرارة منخفـضة وتحـت ظروف جافة جيدة التهوية.

٢- إستنباط نباتات مقاومة للفطر.

٣- إستخدام الطرق الصحية أثناء التصنيع الغذائى لتجنب التلوث ومن أمثلة ذلك:

أ- إختبار المواد الداخلة فى التصنيع لوجود جراثيم الفطر مع إختبـار وجـود التوكسين فى العينات المشكوك فيها.

ب- فى الجبن: تختبر الفطريات المستخدمة فى صناعته لمدى إنتاجها للتوكـسين، مع تغطية أسطح الجبن بالمواد الكيماوية التى تثبط نمو الفطر (الـسوربات) والتعبئة فى أغلفة محكمه فى جو من CO_2, N_2.

٤- الغربلة الميكانيكية لإزالة الأجزاء الملوثة وهذه يمكن التعرف عليهـا بـالتفتيش بالعين المجردة، ملاحظة التوهج تحت مصدر لأشعة uv والكشف بالـ GLC عن وجود أسيتون فى أطراف العبوات الخاصة بالبذور فوجود هذا الغاز يـدل علـى نمو الفطر.

ثانياً: تثبيط نمو الفطر:

وذلك بإستخدام مضادات الفطر Antifungal food addititives وهى مواد كيماوية تمنع نمو الفطر بعضها يوجد طبيعياً فى بعض الأغذية كالأحماض العضوية والزيوت الطيارة، وقد تضاف للغذاء أثناء التصنيع، ولكنها ليست بديلاً للعناية بالنظافة وجـودة التصنيع فهى مساعدة لتلك العناية ويشترط فـى هـذه المـواد أن يكـون مـصرحاً بإستخدامها وآمنه للإستهلاك الآدمى، وبالحد الذى تسمح به التشريعات الخاصة بكـل دولة ومن هذه المواد:

١- الأحماض العضوية organic acids

وهى تستخدم من زمن بعيد نظراً لقلة سميتها مع قبول طعمها وجودة ذوبانها. ويعزى تأثيرها المثبط للفطر أنها تخفض من الـ pH فتغير من نفاذ غشاء خلايا الفطر، وتعمل على تأين أحماضه العضوية، كما أنها تثبط من أكسدة NADH مما يثبط من العمليات الفسيولوجية للفطر، ونظراً لأن ثابت تأينها يقع مابين pH ٣ - ٥ فهى أكثر فاعلية على pH المنخفض، ولها تأثير مثبط لكثير من الفطريات إلا أن بعض الفطريات قد تقاوم التأثير المثبط لهذه الأحماض كما أن بعض الفطريات من جنس Penicillium يمكنها النمو فى تركيز مرتفع من حمض السوربيك وتنزع منه CO_2 وتحوله إلى مركب pentadiene 1,3 وهو مركب طيار له رائحة قوية تشبه رائحة الكيروسين ومن الأحماض العضوية المستخدمة فى الأغذية لمقاومة نمو الفطر.

أ- حمض السوربيك Sorbic acid

وهو يستخدم كحمض أو فى صورة ملح سوربات البوتاسيوم والتى تعرف بإسم السوربات sorbate، وهو شديد الذوبان فى الماء، ويستخدم الحمض أو ملحه فى حفظ الغذاء (المخبوزات - اللحوم - الفاكهة - الخضروات - منتجات الألبان كالجبن المطبوخ وجبن الكوتاج والقريش والقشدة المتخمرة) وكذا فى حفظ العلائق ومستحضرات التجميل والأدوية، وهى إما تضاف مباشرة للمنتج (يضاف للجبن بنسبة ٠,٢ - ٠,٣٪ حمض سوربيك) أو يرش أو يغمس فيه المنتج أو يضاف لورق التعبئة. والتأثير المثبط لحمض السوربيك للفطر يكون كبيراً على pH ٥ أو أقل إذ على pH ٦ أو أعلى يقل تأين الحمض وبالتالى يقل تأثيره المثبط للفطر. وبجانب الـ pH فإن للعوامل البيئية الأخرى من حرارة ورطوبة، وكذا نوع الفطر ومدى الحمل الميكروبى ومدة التخزين، وفيما إذا كان الملح المستخدم يستخدم بمفرده أو بالإضافة إلى مواد أخرى. كل هذه العوامل تؤثر على مدى فاعلية الحمض، فإضافة مواد أخرى مثبطة بجانب الحمض فإن ذلك يزيد من قدرة الحمض التثبيطية، كما أن طول مدة التخزين بعد المعاملة قد تؤدى إلى عودة نشاط الفطر تحت الظروف الملائمة من حرارة وعوامل أخرى.

ب- حمض البنزويك وأملاحه (الصوديوم والبوتاسيوم) Benzoic acid

وهو يوجد طبيعياً فى بعض المواد مثل الفراولة، البرقوق، القرفة، القرنفل، وهو يعمل على pH أقل من ٤,٥ وله تأثير مثبط ضعيف على pH التعادل، إذ تزيد فاعليته بإنخفاض الـ pH وهو فعال ضد الفطريات والخمائر بما فيها المنتج للأفلاتوكسينات. ويعاب عليه أنه يكسب الغذاء طعماً مراً غير مقبول لذا يفضل أن يستخدم بالإشتراك مع حمض السوربيك فمخلوطهما أكثر فاعلية وأقل تأثيراً على الطعم المر غير المقبول.

ج - حمض البربيونيك Propionic acid

يستخدم عادة فى صورة أملاح الصوديوم أو الكالسيوم، وهو يثبط الفطر دون الخمائر لذا يمكن إضافته للعجين دون تأثير منه على الخميرة. ويوجد فى بعض الأغذية نتيجة للعمليات التصنيعية فيوجد فى الجبن السويسرى بتركيز قد يصل ١٪ إذ تنتجه بكتريا *Propionibacterium shermanii* ويمكنه تثبيط بكتريا *Bacillus mesentericus* المكونه للزوجه، وعموماً فإن نشاطه كمثبط للفطر أقل من الأحماض العضوية الأخرى، وقد يرجع ذلك لضعف تأينه لذا يستخدم منه تركيزات أعلى من الأحماض الأخرى.

د- الأحماض الدهنية متوسطة السلسلة Medium chain fatty acids:

للأحماض الدهنية وإستراتها تأثير مثبط للخمائر والبكتريا الموجبة لجرام، كما أن لبعضها مثل Glycerol monocarporate, Glycerol monolaurate, Glycerol monocarpate, Sucrose monolaurate, Sucrose monocarpate تأثيرا مثبطا للفطريات فمثلاً Sucrose monolaurate (١٪) له تأثير مثبط لبعض الفطريات من أجناس Penicillium, Cladosporium, Alternaria spp كما أنها تقلل من نمو Aspergillus spp وتقلل قدرتها على إنتاج الأفلاتوكسينات كما تثبط سترات Sucrose monocarpate (١٪) نفس الفطريات السابقة.

٢- المضادات الحيويه Antibiotics ومن أمثلتها:

أ- ناتاميسين Natamycin

كان يعرف بإسم بيمارسين Pimaricin وهو مضاد قوى ضد الفطريات وليس فعالاً ضد البكتريا، مصرح به فى كثير من البلدان. وهو يوقف نمو الفطريات فى البيئات الصناعية عند إستخدامه بتركيز ١ : ١٠٠ جزء / مليون، ويوقف نمو الفطر فى الجبن (كوتاج - تشدر) بغمسها فى محلول منه تركيزه ١٠٠٠ : ٢٠٠٠ جزء / مليون، ويثبط إنتاج الأفلاتوكسينات.

ب- نيسين Nicin

فعال ضد البكتريا الموجبة لجرام، ويقال أن تركيز ٥ - ١٢٥ جزء / مليون يثبط نمو *A.parasiticus* فى البيئات الصناعية، ولكن إذا طالت مدة التحضين فإن الفطر يسترجع نشاطه وينمو بسرعة أكبر وينتج أفلاتوكسينات فى المزارع المحتويه على Nicin بدرجة أكثر من تلك الخالية من Nicin.

٣- نواتج تمثيل بكتريا حمض اللاكتيك
Metabolites from lactic acid bacteria (LAB)

هي مواد فعالة تعمل أساساً ضد البكتريا عن طريق خفض الـ pH نتيجة هدم كمية من المواد الكربوهيدراتية لذا يستخدم التخمر اللاكتيكى فى حفظ بعض المنتجات اللبنية واللحوم والفاكهة والخضر، ورغم ذلك فهناك بعض أجناس من Lactobacillus, Streptococcus بجانب إنتاجها للكتات والخلات المثبطة للبكتريا فإنها تنتج مواد أخرى لها تأثير فعال ضد الفطريات، وأن معظم هذه المواد يتكون على ٣٠ °م pH ٦,٨ ومن أمثلة هذه المواد:

أ- مادة الداى أستيل Diacetyl

وهو أحد نواتج تمثيل بكتريا حمض اللاكتيك، يعطى الطعم الخاص بالزبد، ويقال أنه يثبط الخمائر بتركيز ٢٠٠ جزء / مليون ويثبط الفطريات بتركيز ٣٠٠ جزء/ مليون خاصة على pH أقل من ٧ ونظراً لما يضفيه من طعم زبدى فإن إستخدامه كمضاد للفطر محدود فى بعض الأغذيه.

ب- الريوتيرين Reuterin

وهو أحد نواتج تمثيل بكتريا *Lactobacillus reuterii* وهو مادة غير نيتروجينية صغيرة الوزن الجزيئ عالية الذوبان، ذات pH متعادل له تأثير مضاد للخمائر والفطريات والبكتريا لذا قد تستخدم فى حفظ الغذاء لتقليل الميكروبات المرضية والمسببه للفساد.

ج- ميكروجارد Microgard

وهو عبارة عن لبن فرز متخمر ببكتريا *Propionibacterium shermonii* ثم يبستر ويستخدم فى إطالة مدة حفظ جبن الكوتاج إذ يثبط البكتريا المحبة للبرودة، كما له تأثير مضاد للفطر والخميرة ويحتوى حمض البروبيونيك واللاكتيك والخليك ومادة الداى أستيل.

٤- مواد طبيعية:

أ- الأعشاب والتوابل Herbes and spices

رغم أن هذه المواد تستخدم أساساً لإضفاء الطعم على الأغذية، إلا أن لبعضها تأثير حافظ لفاعليتها ضد الميكروبات مثل الثوم والقرنفل والخردل والفلفل الأسود والزنجبيل ويبين الجدول الأتى (٢٩) بعض المضادات الميكروبية الموجودة ببعض الأعشاب والتوابل.

جدول (٢٩) المضادات الميكروبية الموجودة ببعض الأعشاب والتوابل

المادة الفعالة	العشب والتابل
Allicin	الثوم Garlic
Allyl isothiocyenate	الخردل Mustard
Anelhole	اليانسون Anice – والشمر Fennel
Carvone	الكراويه Caraway – الشبت Dill
1,8-Cineole	حصى البان Rosemary – الغار Laurel – حب الهال Cardamom
Cinnamaldehyde	القرفة Cinnamon
P. cymene	الكمون Cumin – الزعتر Thyme
Euganol	القرنفل Clave – القرفة Cinnamon
Limonene	بذور الكرفس Colery seed – الكراويه Caraway
Linaloal	الكزبرة Coriander – حصى البان Rosemary – الريحان Basil
Thymol	الزعتر Thyme
Thymoquinone	حبة البركة Black cumin

وقد يعاب على الأعشاب والتوابل كمادة حافظة أن التركيز المستخدم منها لهذا الغرض كبير وأن المستخدم منها فى الطعام غير كاف ولذا يرى البعض إستخدامها بالإشتراك مع مضادات أخرى، وعموماً فقد وجد أن القرفة بتركيز منخفض ٠,٠٢٪ فى البيئة الصناعية أو الخبز قد يثبط نمو فطريات من أجناس Aspergillus, Penicillium كما يثبط إنتاج الأفلاتوكسينات، كما وجد أن القرنفل، القرفة، الثوم، الخردل بتركيز ٢٪ فى بيئة Potato dextrose agar يثبط نمو الفطريات المنتجة للسموم لمدة ٢١ يوم، ووجد أن خلط نسب مختلفة من سوربات البوتاسيوم مع القرنفل كان له تأثير أفضل.

ب – الزيوت الطيارة Essential oils

وهى تستخدم أساساً لإضفاء الطعم، ولبعضها تأثير فعال ضد الفطر والخميرة. فقد وجد مثلاً أن إضافة زيت الليمون أو البرتقال إلى بيئة Glucose yeast extract بتركيز ٣٠٠٠ : ٣٥٠٠ جزء / بليون ppb يثبط نمو *A. flavus* وكذا إنتاج الأفلاتوكسينات. وعموماً فقد أمكن إستخدام بعض التوابل والزيوت الطيارة فى بعض الأبحاث بقسم الألبان بزراعة القاهرة لتثبيط نمو الفطريات، وأمكن إستخدام بعضها كمادة حافظة مثل زيت القرنفل (للزبد) ومستخلص الثوم Garlic extract (للجبن القريش)، وزيت المولح Euganol للجبن الراس ورغم عدم المعرفة التامه لميكانيكية هذه التوابل والأعشاب والزيوت العطرية على الميكروبات، إلا أن البعض يرى أن فعل هذه المواد يرجع لوجود جزيئات عطرية Aromatic moiety مثل مجموعة OH والتى تكون روابط هيدروجينية مع المواقع المنشطة لإنزيمات الميكروب. ويرى البعض أنها تؤثر على الخلايا الخضرية بطريقة تشبه عمل الفينولات والتى تؤثر على جدر الخلايا البكتيريه حيث تغير من نفاذيتها وكذا من نظم النقل فيها Transport systems وإنتاج الطاقة.

٥- مضادات الأكسدة الفينولية Phenolic antioxidants

ومن أمثلتها:

Butylated hydroxyl toluene (BHT), Butylated hydroxyanisole (BHA) وهى تستخدم أساساً كمواد مضادة للأكسدة، إلا أنه وجد أن BHA دون BHT

لها تأثير فعال ضد الفطريات إذا إستخدمت بتركيز مرتفع فقد وجد أن ١٠٠٠ جزء / مليون من BHA يثبط نمو *A. parasiticus* فى البيئة الصناعية وكذا إنتاج الأفلاتوكسينات، أما إستخدامها بتركيز ١٠ جزء/مليون فقد أدى ذلك إلى إنتاج الأفلاتوكسينات بتركيز ضعف الكنترول دون تأثير واضح على وزن الميسليوم، وعموماً فإن التأثير الفعال لهذه المواد ضد الفطريات يحتاج لدراسة أوسع.

٦- الغازات وتعديل الجو الغازى للوسط Gases and modified atmospheres

ومن أمثلة ذلك:

أ- تفريغ O_2 أو إحلال غازات مثل N_2 , CO_2 محل O_2 وذلك عن طريق تفريغ العبوة من الهواء. إلا أن بعض الفطريات (رغم أنها هوائية) يمكنها النمو فى جو منخفض من O_2 لذا يفضل إستخدام بعض الكيماويات الماصة للأكسجين بجانب إزاحته أو إستخدامها بدلاً من إزاحته، إذ أنها تحمى الغذاء عند إحتمال حدوث تسرب للهواء داخل العبوة، كما يمكن إحلال CO_2 أو N_2 محل O_2 ويفضل إحلال CO_2 إذ أنه يغير من pH الخلايا فيزيد من الفاعلية ضدها إذ يعمل إنخفاض الـ pH على زيادة نفاذية الخلايا.

ب- CO: لأول أكسيد الكربون تأثير فعال ضد الفطريات والخمائر التى تصيب الخضر والفاكهه ولكن يحتاج لعناية فى إستخدامه نظراً لسميته فيخشى على القائمين من إستخدامه.

ج- SO_2: يكون أكثر فاعلية على pH أقل من ٤ لتأينه فى الوسط شديد الحموضة، ويستخدم عادة لمقاومة الميكروبات (بما فيها من فطريات) غير المرغوبه فى الفاكهة والخضر.

د- أكسيد الإيثلين: Ethylene oxide: يستخدم للأغذية الجافة كالتوابل - البيض الجاف - الفاكهه الجافة - الذرة - الشعير ... فهو يقلل من الحمل الميكروبى والحشرات، ولكن نظراً لسميته ووجود آثار سامة من إستخدامه فقد وضعت التشريعات لتحد من إستخدامه.

هـ- أكسيد البروبلين Proplyene oxide: مضاد للفطر والخميرة أكثر من البكتريا وهو يشبه أكسيد الأيثلين فيستخدم لتدخين التوابل - الكاكاو .... لمقاومة الميكروبات والحشرات.

٧- الطرق الحيويه Biological methods

وفيها تستخدم بعض الميكروبات من بكتريا وفطر مثل:

١- *Flavobacterium auraticam*

٢- بكتريا حمض اللاكتيك ومنها

Lactococcus lactis lactis, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus dilbuerkii subsp bulgaricus, AFT (Antifungal activity)

والأخيرة AFT عبارة عن مزرعة تنتمي إلى *Leuconostoc mesenteroids*

٣- فطريات مثل Penicillium , Rhizobus

أ- بكتريا *Flavobacterium auraticam*

لهذه البكتريا القدرة على التخلص من AFB_1 من المحلول شرط ألا تقل عدد الخلايا عن $١٠^٩$خلية / مل وتزيد هذه المقدرة بزيادة عدد هذه الخلايا فى المحلول (لأكثرمن $١٠^{١١}$خلية/ مل).

ويقال أن المزارع المسنه (عمر ٧٢ ساعة) أكثر كفاءة من المزارع صغيرة العمر (٢٤ ساعة) فالمزارع الصغيرة وهى تمثل الطور اللوغاريتمى المتأخر Late log phase غير مؤثرة فى إزالة التوكسين من المحلول، بينما المزارع فى طور الثبات Stationary phase فهى ذات تأثير محدود حيث تزيل حوالى ١٨٪ من التوكسين خلال ٢٤ ساعة أما المزارع المعمرة ٧٢ ساعة وهى تمثل طور الثبات المتأخر late stationary phase فهى أكثر قدرة وتزيل ٣٣٪ من AFB_1 خلال ٢٤ ساعة ويفسر قدرة هذه البكتريا فى إزالة AFB_1 لعامل أو أكثر مما يلى:

- قدرة هذه البكتريا على تمثيل التوكسين.
- إرتباط التوكسين بهذه الخلايا فقد وجد أن إستخدام عدد كبير من خلايا البكتريا غير النشطة، أمكنها أن ترتبط بالتوكسين، وأمكن إزالته بالترشيح بمرشح بكتيرى حيث أزال البكتريا وما عليها من توكسين.

- وقد ترجع زيادة قدرة الخلايا المسنة عن الخلايا صغيرة العمر إلى حدوث تعديل فى شكل الخلايا Confermation أو تعديل مقدرتها التمثيلية بتقدم سنها مما يسمح بإزالة كمية أكبر من التوكسين.

ب- بكتريا حمض اللاكتيك

لوحظ أن الفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات تنتج كمية أقل منه فى وجود بكتريا اللاكتيك مثل

L. acidophilus, L. plantarum, L. dilbuerkii subsp bulgaricus, L. dilbuerkii subsp

وقد درس أثر تأثير هذه البكتريا وكذا نواتج تمثيلها (الراشح الخالى من البكتريا) على نمو فطر *A. flavus* وإنتاج التوكسين ووجد أن الخلايا أكثر مقدرة على منع نمو الفطر، بينما نواتج تمثيلها أكثر مقدرة على تقليل إنتاج التوكسين دون تأثير على نمو الفطر ومن أهم نواتج تمثيل هذه البكتريا Diacetyl , Reuterin.

ج- الفطريات:

لوحظ أنه عند تنمية *A. flavus* مع فطريات أخرى خاصة التابعة لجنس Penicillium مثل *P. citrinum, P. cyclopium* قد ثبط إنتاج التوكسين وقد يرجع ذلك لإنتاجها نواتج تمثيل تقوم بهذا الدور.

ومما سبق نرى أن الدور الحيوى لهذه الميكروبات يرجع إلى قدرتها على إمتصاص التوكسين على خلاياها، أو قدرتها على تحليل التوكسين، أو إنتاجها نواتج تمثيل تثبط نمو الفطر مثل نواتج تمثيل LAB وقد لوحظ أن الخلايا أكثر تثبيطاً لنمو الفطر بينما نواتج التمثيل أكثر تثبيطاً لإنتاج التوكسين.

ثالثاً: التخلص من الأفلاتوكسين الموجود بالغذاء والعليقة:

I- هدم التوكسين الموجود بالغذاء أو العليقة

Detoxificatin and inactivation of aflatoxins in food and feed

بالنظر إلى التركيب البنائى لجزئ AFB_1 يتضح وجود موقعين أساسيين مسئولين عن نشاطه السمى، الأول وهو الرابطة المزدوجة بين ذرتى الكربون ٨، ٩ فى حلقة

الفورفيوران furofuran والتى فيها يحدث التفاعل بين التوكسين والبروتين وDNA والموقع الثانى هو حلقة Lactone فى جزئ Coumarin حيث يحدث كسر هذه الحلقة وفتحها وتحدث هذه التغيرات فى التركيب البنائى للتوكسين بطرق طبيعية وكيماويه وحيويه.

أ- **الطرق الحيويه Biological methods**: سبق الحديث عنها.

ب-الطرق الطبيعية Physical methods

تعتمد هذه الطرق على الطاقة التى تمتصها الأفلاتوكسينات والتى تؤدى بدورها إلى إنتاج مواد غير سامة أو قليلة السمية، ومن مصادر هذه الطاقة:

١- الحرارة Heat:

تحتاج التوكسينات لحرارة عالية لإتلافها تتراوح ما بين ٢٣٧ °م - ٣٠٦ °م، فالصورة الصلبة من AFB_1 ثابت ضد الحرارة حتى ٢٦٧ °م رغم أنه ينصهر على ٢٦٠ °م، فهو لايتلف على أقل من ٢٦٩ °م ولذا فظروف الطهى المنزلى تفشل فى إتلاف الصورة الصلبة من AFB_1, AFG_1 ويبين الجدول التالى (٣٠) العلاقة بين درجة الحرارة وإتلاف الأفلاتوكسينات فى بعض الأغذية

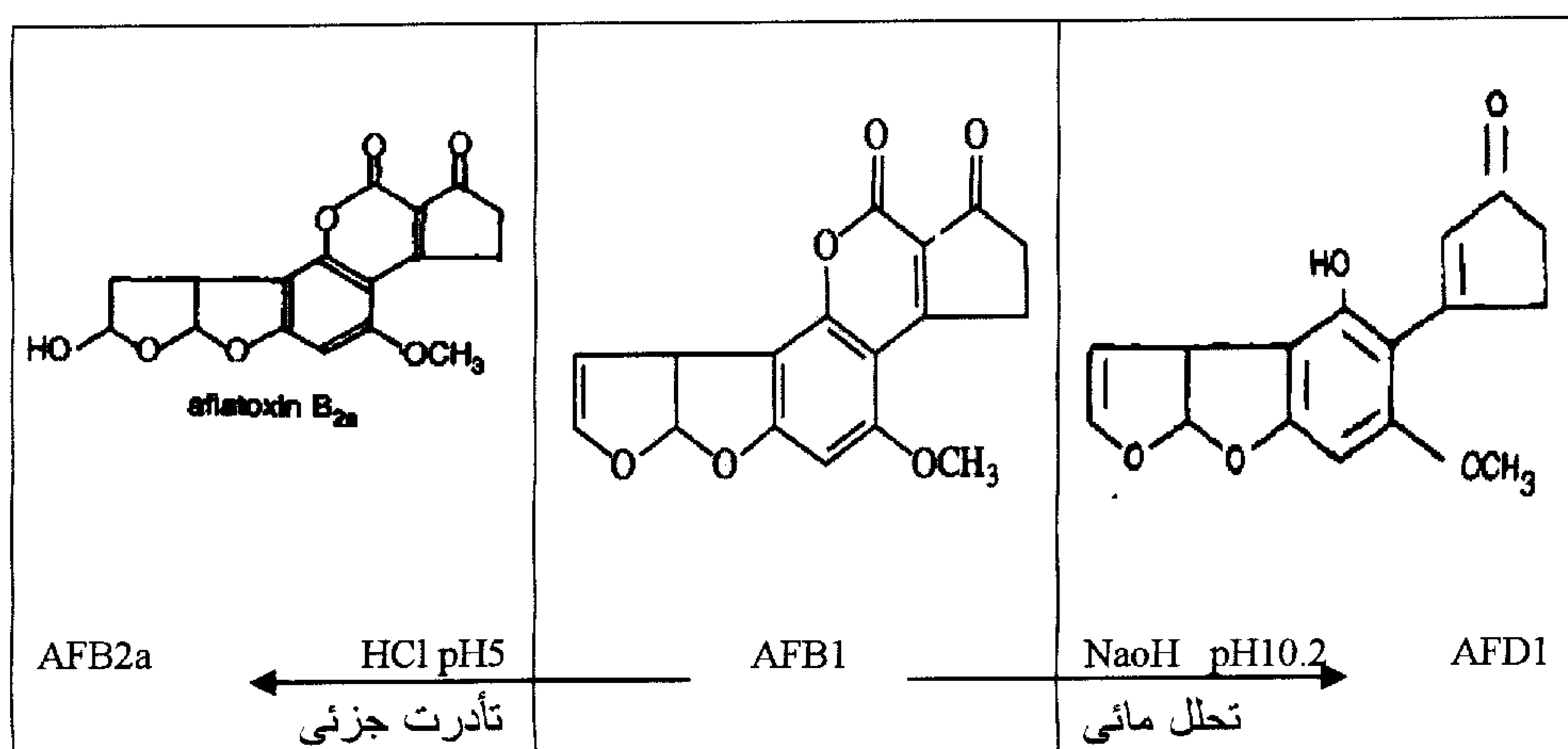
جدول (٣٠) العلاقة بين درجة الحرارة وإتلاف الأفلاتوكسينات

المعاملة	التوكسين	٪ للهدم
تحميص على ٢٠٤ °م / ٥ د	B_1 , G_1	٦ - ٦٠
تحميص على ١٢١ °م / ٣٠ د	B_1 , G_1	٧٣ - ٧٦
تعقيم فى الأتوكلاف على ١١٦ °م تحت ضغط ٠,٧ بار لمدة ٣٠ د فى محلول ٥ ٪ Nacl	$B_1+G_1+B_2+G_2$	٨٠ - ١٠٠

وعموماً يتوقف مدى التلف الحادث للأفلاتوكسين على نوعه ومدى التلوث المبدئى وحرارة التسخين ومدتها وخواص الغذاء المحتوى على التوكسين من حيث الرطوبة ودرجة الـ pH إذ تعتبر رطوبة الغذاء (محتوى الغذاء من الماء) عاملاً هاماً فى ذلك، فالأغذية الملوثة والمحتوية على نسبة عالية من الرطوبة أسرع وأكثر تأثراً بالمعاملة الحرارية لإتلاف التوكسين عن الأغذية المنخفضة الرطوبة، فقد وجد أن كسب بذرة القطن المحتويه ٣٠٪ رطوبة أمكن هدم ما يقرب من ٧٥٪ من محتواها من AFB_1+B_2 بالتسخين على ١٠٠ °م / ساعة، بينما هدم فقط ما يقرب من ٣٠٪ من

هذه التوكسينات تحت نفس الظروف من الحرارة والمدة فـــي كـــسب يحتـــوى ٦,٦٪ رطوبة. إذ يقال أن إرتفاع نسبة الماء بالغذاء تساعد على فتح حلقة اللاكتون فى AFB_1 بإضافة جزئ ماء إلى الحلقة وتكوين مركب حمضى طرفى Carboxylic acid يحـــدث له عملية decarpoxylation بالحرارة. كما أن وجود الأمـــلاح المتأينـــة فـــي الوســـط (محلول Nacl) يزيد من معدل هدم الأفلاتوكسين، فقد وجد أن تسخين بـــذور الفـــول السودانى Peanuts فى محلول Nacl (٥٪) على ١١٦ °م / ٣٠ د فـــي الأوتـــوكلاف وتحت ضغط ٠,٧ بار، أدى إلى هدم ٧٠ – ٨٠٪ من Afl. $B_1+G_1 + B_2 + G_2$.

كما أن التسخين فى وسط قلوى (١٠,٢ pH / ١٣٠ °م / ٢٠ ث) بضبط الـــ pH بالصودا الكاوية أدى إلى زيادة هدم AFB_1 فى بذور السودانى، ويعزى ذلك إلى التحلل المائى لحلقة اللاكتون فى AFB_1 بفعل NaoH المستخدمة فى ضبط الـــ pH وتحويـــل AFB_1 إلى AFD_1 والأخير سميته تعادل ١ / ٤٥٠ من ســـمية AFB_1 كـــذلك الحـــال التسخين (١٣٠ °م / ٢٠ ث) مع خفض الـــ pH بحمض HCl إلـــى pH 5 أدى ايـــضاً لزيادة التالف من AFB_1 ويعزى ذلـــك إلـــى التـــأدرت الجزئـــى Particial hydration للتوكسين فى حلقة الفيوران furan الطرفية وتحويله إلى $AFB2_a$ بفعل Hcl وهو يعادل فى سميته ١/١٠٠٠ من سمية AFB_1 ويلاحظ أن تغيير الـــ pH من ٨ إلـــى ١٠,٢ أو ٥ دون تسخين لايؤثر على سمية AFB_1 وهذا يؤكد التأثير التعاونى Synergistic للـــــ pH والتسخين فى تقليل نشاط AFB_1 خاصة التأثير المؤدى لتكوين الطفرات



وقد أظهر التسخين بالميكروويف Microwave قدرة كبيرة على هدم الأفلاتوكسينات فى الفول السودانى، ويتوقف مدى هذا الهدم على الطاقة المستخدمة وزمن المعاملة ونوعية التلوث طبيعى أو صناعى.

وقد درس تأثير المعاملة الحرارية من بسترة وتعقيم على هدم AFM_1 الموجود باللبن (وهو مشتق أحادى الهيدروكسيل من AFB_1) ويفرز فى لبن الأبقار عند تغذيتها على عليقة ملوثة بـ AFB_1 وقد تضاربت النتائج المتحصل عليها فى ذلك إذ تراوح الهدم بالبسترة من صفر: ٤٥٪ وبالتعقيم من ٢٤ : ٦٤٪ وقد يرجع هذا التضارب فى النتائج إلى:

- عدم ثبات AFM_1 فى اللبن إذ يقل تركيزه ذاتياً بمرور الوقت فيهدم (يتلف) منه ٤٠٪ فى لبن ملوث طبيعياً بعد ٤ أيام من التخزين، ٨٠٪ بعد ٦ أيام من التخزين على صفر مْ.
- طريقة التلوث فعادة يسهل هدم (إتلاف) التوكسين المضاف صناعياً عن الملوث للبن بطريقة طبيعية إذ أن الأخير يكون عادة مرتبطاً بالبروتين.
- إختلاف درجة التلوث المبدئى وطرق الإستخلاص وحساسية طرق التقدير.

وعموماً فإن إستخدام الحرارة العالية قد لاتجدى فى تخليص الغذاء من الأفلاتوكسينات.

٢- الإشعاع Irradiation

تنقسم الطاقة المشعة radiation إلى طاقة مشعة مؤينه ionizing وطاقة مشعة غير مؤينه non ionizing.

وتحدث الطاقة المشعة المؤينه (مثل أشعة X، أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية) تغيرات فى جزيئات المادة الغذائية المعرضة للأشعاع مع إرتفاع طفيف فى درجة الحرارة أو بدون إرتفاع فيها.

وهذه التغيرات قد تكون ضارة للكائنات الحية التى تتعرض لجرعات كبيرة منها، ولذا قد تستخدم ضمن طرق حفظ الغذاء للتخلص من الميكروبات المرضية.

أما الطاقة المشعة غير المؤينه (موجات الراديو – الميكروويف – موجات تحت الحمراء – الضوء المرئى) فهى تؤدى لرفع الحرارة بجانب حدوث تغيرات فى الجزئ إلا أن هذه التغيرات غير ضارة للإنسان.

ورغم الشك فى مدى سلامة الأغذية المعاملة بالإشعاع بالنسبة لصحة الإنسان فإن معاملة الغذاء بالإشعاع أصبحت عملية تكنولوجية تستخدم على نطاق تجارى كوسيلة للتعقيم. ونشير فيما يلى إلى أثر بعض طرق المعاملة بالإشعاع على هدم الأفلاتوكسينات فى الأغذية:

i – تأثير الأشعة فوق البنفسجية (uv):

تمتص الأفلاتوكسينات الأشعة فوق البنفسجية على طول موجى يتراوح من ٢٢٢ – ٣٦٢ nm، واقصى إمتصاص عند ٣٦٢ nm، وتزداد حساسية AFB_1 لإمتصاص هذه الأشعة على pH أقل من ٣ أو أكثر من ١٠. ويتمثل دور الأشعة فوق البنفسجية فى هدم الأفلاتوكسينات فى أنها تؤثر على الرابطة المزدوجة فى طرف حلقة الفيوران فتفتحها وينتج عن ذلك مركبات أقل سمية قد تصل إلى ١٢ مركب Photodegradation products، فقد وجد أن تعريض AFG_1, AFB_1 للأشعة uv (٣٦٥ nm / ساعة) على ألواح TLC أدى إلى سلسلة من التفاعلات تنتج عنها مركبات هدم ضوئية أقل سمية لجنين البيض. كما وجد أن تعريض زيت الفول السودانى الملوث لهذه الأشعة لمدة ساعتين هدم ٤٠ – ٤٥٪ من الأفلاتوكسينات الموجودة بها، كما أدى تعريض اللبن الملوث صناعياً بـ AFM_1 لهذه الأشعة إلى هدم ٤ – ١٠٠٪ من AFM_1 ويتوقف ذلك على مدة التعرض للأشعة (٢ – ٦٠ د)، كما أن إضافة H_2O_2 ١٪ إلى اللبن قبل المعاملة بالـ uv لمدة ١٠ د أدى إلى هدم AFM_1 تماماً، وقد يرجع ذلك إلى أن (O) المتولد من H_2O_2 كأصل حر يساعد فى التأثير الفعال للأشعة. إلا أن معاملة الغذاء بهذه الأشعة كوسيلة لتخليصه من الأفلاتوكسينات محدودة لما يأتى:

– لم تلق قبولاً فى الصناعة، وقد يرجع ذلك لقلة نفاذية uv خلال الغذاء.

– إحتمال تكون أفلاتوكسينات جديدة بعضها سام.

ii – تأثير أشعة جاما Gamma rays

يرجع تأثيرها غير المباشر فى هدم الأفلاتوكسينات إلى أنها تحلل المـــاء وكـــذا بعض مكونات الغذاء الأخرى مما ينتج عنه أصول حرة تتفاعل مع الأفلاتوكسين حيث تهاجم حلقة الفيوران Furan الطرفية فتقلل من سمية AFB_1. إلا أن الأبحاث تشير إلى عدم إمكانية هدم الأفلاتوكسينات بأشعة جاما بمفردها لما يأتى:

- إرتفاع مقدار الجرعة اللازمه (أكثر من ١٠ Mrad) والجرعة المسموح بهـــا تقريباً (٠,١ Mrad).
- الجرعات المنخفضة من أشعة جاما لا تشجع نمو الفطريات المنتجة للـــسموم وكذا كمية السم الناتج.

لذا قد ينصح بالجمع بين إستخدام H_2O_2 وأشعة جاما (γ) فتوليد (O) كأصل حر يزيد من فاعلية الأشعة على هدم AFB_1 ولم يكن لنواتج الهـــدم نـــشاط حيـــوى بإختبار Ames للطفرات.

iii – إشعاع الشمس Sun irradiation (ضوء الشمس – الضوء المرئى)

تتلف الطاقة الشمسية جزء من AFB_1 الموجود بالغذاء وقد يرجع ذلك لتأثيرهـــا على الرابطة المزدوجة فى حلقة Furan إذ أن هذا الموقع هـــو مكـــان إرتبـــاط التوكسين بالأحماض النووية والبروتينات وبالتالى إحداث التأثير السام إلا أن هذه المعاملة قد تؤدى لتكوين مركبات هدم سامة غير معروفة، وإن كانت أقل ســـمية من AFB_1. وقد لوحظ أن الأفلاتوكسينات المرتبطة بالبروتين أقل حساسية للهدم الضوئى عن الأفلاتوكسينات الحرة، لذا فإن المنتجات الملوثه طبيعياً أقل حساسية لهدم الأفلاتوكسينات عن تلك الملوثة صـــناعياً إذ أن الأولـــى تكـــون مرتبطـــة ببروتين الغذاء أكثر من تلك الملوثة صناعياً.

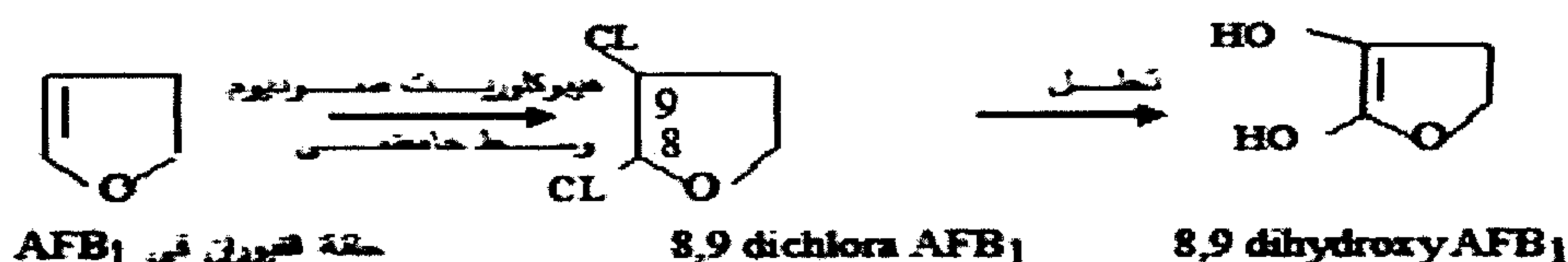
ج- الطرق الكيماويه Chemical methods

والأساس فيها هو هدم AFB_1 إما عن طريق أكسدة حلقة الفيوران أو عن طريـــق التحلل المائى لحلقة اللاكتون وأكسدتها.

١ – العوامل المؤكسدة Oxidizing agents ومنها:

i – هيبوكلوريت الصوديوم وغاز الكلور:

ويوصى بإستخدام هيبوكلوريت الصوديوم لهدم الأفلاتوكسينات من الأسطح الملوثه لذا يستخدم بكثرة فى معامل الأفلاتوكسينات لتخلص الأوانى الزجاجية والأدوات من التلوث به. كما أن لهذه المعاملة تأثيراً فعالاً فى هدم الأفلاتوكسينات فى الأطعمة. ويتوقف ذلك على درجة الأكسدة الحادثة والتى تتوقف بدورها على ظروف المعاملة من تركيز الهيبوكلوريت ومدة المعاملة ودرجة الـ pH فتحت الظروف الحمضية يحدث هدم AFB_1 بالصورة التاليه.

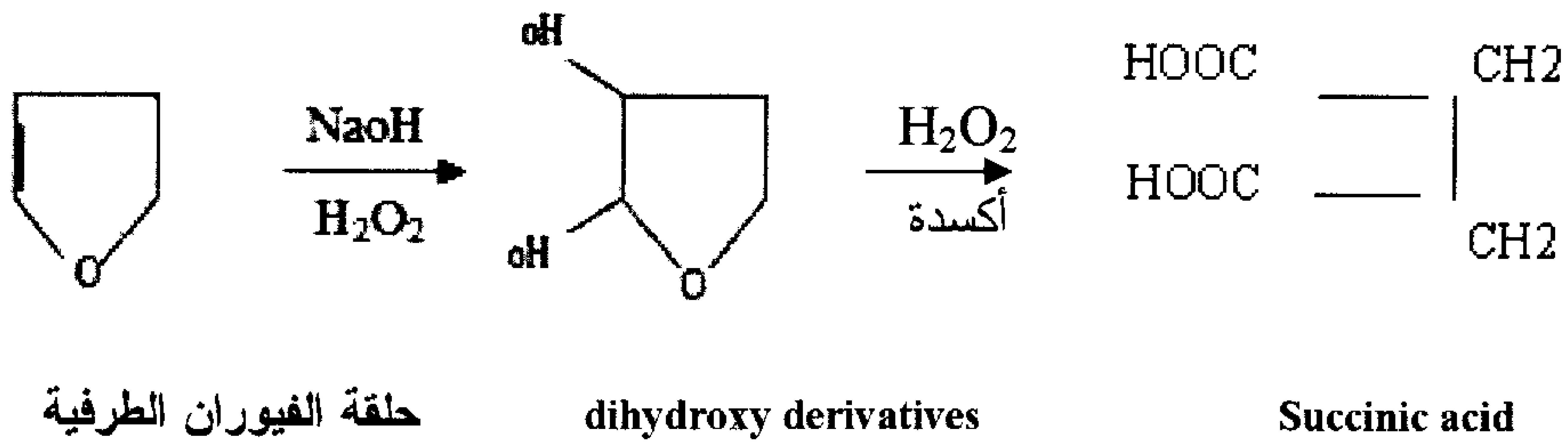


وهو مادة سامه ومسرطنه — وهو مادة سرطانية إلا أنه غير ثابت — مادة غير سامه

وتزداد القدرة على تحلل $8,9$ dichlora AFB_1 فى وجود ٥٪ أسيتون إلا أن وجود بقايا الكلورين، وهدم التربتوفان، ومدى نفاذية الغاز خلال الغذاء ليؤدى دوره الفعال، كلها أمور تحتاج لدراسة أوسع رغم عدم السمية التى لوحظت بالنسبة لجنين البيض وحيوانات التجارب والتى تشير إلى أمن كلورة الغذاء.

ii – فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2

ويقترح إستخدامه للتخلص من الأفلاتوكسينات فى السوائل والمحاليل، إذ يمثل مكانه عالية فى ذلك كما أنه رخيص الثمن، ويمكن التخلص من بقاياه دون أن يترك أثاراً سامه. ويزداد تأثيره فى هدم الأفلاتوكسينات فى وجود NaoH ويتم هدم AFB_1 عن طريق تكوين مشتقات ثنائية الأيدروكسيل Dihydroxy derivatieves ثم حمض سكسنك Succinic ويحدث ذلك عادة بكسر الرابطة المزدوجة فى حلقة الفيوران الطرفية.



وقد لوحظ أن H_2O_2 يثبط نمو الفطر المنتج للأفلاتوكسينات فى البيئة الصناعية عند إستخدامه بتركيز ٠,٣ – ٠,٥٪ أما تركيز ٠,٠٣ – ٠,٠٥٪ فإنه يسمح بنمو الفطر ويسرع من تكوين الأفلاتوكسينات.

iii – الأوزون ozone (O_3)

عامل مؤكسد قوى مع AFB_1 عن طريق الرابطة الزوجية الموجودة بحلقة الفيوران الطرفية وله القدرة على هدم الأفلاتوكسينات على حرارة الغرفة، وقد ثبت أن المنتجات المعاملة بالأوزون غير سامة بناء على تجارب الفئران وجنين البيض. إلا أن المعاملة قد تسبب نقصاً فى معدل كفاءة البروتين Protein efficiency ratio ونقصاً فى الحمض الأمينى ليسين مما يجعل الطريقة غير مرضية لحد ما Less satisfactory.

iv – ثنائى السلفيت bisulfite

يستخدم فى الصناعات الغذائية، ويمكن إستخدامه كمثبط للأفلاتوكسينات، فله تأثير فعال ضدها أكثر من الأمونيا أو أيدروكسيد الصوديوم فى هدم AFB_1 فى القمح والذرة (أو تقليل نشاطه) ويمكن إستخدامه لهذا الغرض بتركيز منخفض (٠,٥ – ١٪) ويرجع التأثير الفعال له إلى تفاعله مع المركزين النشطين لـ AFB_1 فيكسر حلقة اللاكتون كما يرتبط بحلقة الفيوران الطرفية وتتكون سلفونات الصوديوم Na - sulfonate المسئولة عن تثبيط فاعلية AFB_1 ولكن قد يتكون بجانب ذلك بعض المواد السامة مثل (Epoxide) مما يحد من إستغلالها فى تثبيط الأفلاتوكسين.

٢ - عوامل التحلل المائى hydrolytic agents

i - *التحلل المائى بالقلويات*

المعاملة بالقلوى مع التسخين (١١٠ °م) تكسر حلقة lactone وتختلف درجة فاعلية القلويات فى هدم AFB_1 كما يلى:



$KoH › NaoH › K_2co_3 › Na_2co_3 › KHco_3 › NH_4oH › NaHco_3 › (NH_4)_2co_3$

وقد إستخدمت المعاملة بالأمونيا لهدم AFB_1 فى علائق الحيوان، وهى فعالة سواء فى الصورة الغازية أو فى صورة محلول فيمكن بها هدم ٩٥٪ من التوكسين، فعند تغذية الأبقار على عليقة من كسب بذرة القطن ملوث بـ AFB_1 ولكن معاملاً بالأمونيا، كان اللبن الناتج منخفضاً أو خالياً من AFM_1. كما كانت الأنسجة تحتوى على كمية قليلة من AFB_1، وهذا يدل على أن حموضة معدة الحيوان لاتساعد على إسترجاع نشاط التوكسين المعامل، كما تدل على أن التفاعل الحادث بين التوكسين والأمونيا تفاعل غير رجعى.

ودور الأمونيا فى هدم AFB_1 يتمثل فى فتح حلقة اللاكتون (خاصة عند PH ٩,٥) ثم عملية Decarboxylation لإنتاج مركبات غير سامة تقريباً مثل β- kito acids، AFD_1 ولاضرر من إعطاء العليقة المعاملة بالأمونيا للحيوان، إلا أنها غير ملائمة لمعالجة غذاء الإنسان إذ تقلل من جودة الغذاء المعامل بها، فتسبب نقص فى كفاءة البروتين (١٠٪) ونقص ملحوظ فى الحمض الأمينى ليسين ومثيونين مع إحتمال ظهور بقايا سامة من نواتج التحلل المائى، كل هذا جعل المعاملة بالأمونيا أقل قبولاً وأن العملية ملائمة فقط لمعالجة عليقة الحيوان وليس غذاء الإنسان.

ii - *التحلل المائى بالأحماض*

المعاملة بالأحماض القوية يؤدى إلى تأدرت AFB_1 عند الرابطة ٨، ٩ لحلقة الفيوران الطرفية لتكوين AFB_{2a}.

والذى سميته تعادل ١/٢٠٠ من سمية AFB_1 . ولما كانت المعاملة بالأحماض القوية تؤثر على جودة الغذاء، كما أن AFB_{2a} مازال ساماً، فإن إستخدام هذه الطريقة فى هدم الأفلاتوكسينات غير مشجعة.

II- *إزالة التوكسين من الغذاء أو العليقة*

أ- إستخلاص التوكسين بالمذيبات العضويه

ومن أمثلة هذه المذيبات الإيثانول Ethanol – الأسيتون Acetone – الأيزوبروبانول Isopropanol – الهكسان Hexane وقد تستخدم هذه المذيبات فى إستخلاص التوكسين من علائق الحيوانات، إذ أمكن إزالة أثار الأفلاتوكسينات من كسب البذور الزيتية بهذه الطريقة دون تكون مواد ثانوية سامة، أو نقص فى محتوى الكسب من البروتين أو جودته. ولكن يصعب إستخدام هذه الطريقة على نطاق واسع نظراً لأنها مكلفة، وقد تعطى طعماً غير مقبول فى العليقة، هذا بجانب المشاكل الصحية الناجمة عن كيفية التخلص من المواد السامة المستخلصة.

ب- إدمصاص التوكسين

وذلك بإدمصاص التوكسين على أسطح مواد لها القدرة على الإرتباط بالأفلاتوكسينات ومن هذه المواد: الفحم النشط Activated carbon، طمى البنتونيت Bentonite clay، سليكات ألومنات الصوديوم والكالسيوم المائيه Hydrated sodium calcium aluminasilicate (HSCAS).

وقد أمكن إزالة ٦٥ – ٨٠٪ من AFM_1 من اللبن بإمراره على مادة طمى البنتونيت ويتوقف نسبة التوكسين المفصول بهذه الطريقة على حجم جزيئات مادة الإدمصاص (الحجم الأصغر أفضل) وسابق تسخين مادة الإدمصاص (التسخين ينشط مادة الإدمصاص).

ولكن يعاب على هذه الطريقة أن إستخدامها محدود، مع صعوبة التخلص من المواد السامة المستخلصة.

طرق تحليل الأفلاتوكسينات: وتشمل طرقاً حيوية واخرى كيماوية

أولاً: الطرق الحيويه:

وهى تعتمد على السمية، ولكنها غير مميزة لنوع التوكسين ومنها:

١- إستخدام بط صغير حديث الفقس (أقل جرعة ٠,٤ µg / يوم لمدة خمسة أيام).

٢- إستخدام جنين البيض وهى أكثر حساسية (LD_{50} لكل بيضة ٠,٠٢ µg)

٣- إستخدام بكتريا *B. brevis* أو *B. megatricum*.

ثانياً: الطرق الكيماوية:

وهى تعتمد على فصل التوكسين وتقديره وصفياً وكمياً وتتلخص فى الخطوات التالية:

١- إعداد العينة.

٢- إستخلاص التوكسين: وذلك بإستخدام بعض النظم من المذيبات على pH حمضى أو متعادل، ثم يفصل المذيب المحتوى على التوكسين بالطرد المركزى ومن مذيبات الإستخلاص (Methanol: water (8 : 2) - Acetone: water (85:15 ويتوقف حجم المذيب المستخدم على وزن العينة.

٣- تنقية التوكسين: وذلك لإزالة ما يعلق بالمستخلص من دهن وصبغات ومواد متداخلة. حيث يمكن إزالة الدهن وذلك بتوزيعه بين الهكسان Hexane ومذيب الأستخلاص. ويمكن إزالة الصبغات والمواد المتداخلة الأخرى والأقل ذوباناً فى الماء بمحلول التنظيف Cleaning solution ومن أمثلته Zinc sulfate + Phosphotungectic acid (١٥٠ جم من كل منهما فى لتر ماء) ويضاف محلول التنظيف بحجم مماثل تقريباً لحجم المستخلص المتحصل عليه بالطرد المركزى ويقوم محلول التنظيف بترسيب المواد المتداخلة والتى يمكن فصلها أيضاً بالطرد المركزى.

٤- فصل التوكسين: وفيها يفصل التوكسين المتحصل عليه بعد تنقيته. من محلوله بإستخدام الكلوروفورم أو البنزين أو كلوريد الميثلين وللحصول على توكسين أكثر نقاوة يدمص التوكسين على Florisil , Silica gel - cellulose alumina.

٥- التحليل الوصفى والكمى للتوكسين: يوجد لذلك عدة طرق.

أ- الغربلة Screening: وفيها يدمص التوكسين من مستخلص الكلوروفورم أو البنزين على Florisil معبأ فى عمود صغير ورؤية العمود تحت uv حيث يشاهد حزمه متوهجة زرقاء.

ب- الطرق الإفتراضية أو الإحتمالية Presumptive methods وذلك بإستخدام:

i – Thin layer chromatography (TLC) :

وهى طريقة جيدة للتعرف (وصفى) على التوكسين إذ يمكن رؤية توهج التوكسين حتى تركيز ٠,٥ ng كما يمكن إستخدامها للتقدير الكمى بقياس كثافة توهج البقع ومقارنتها ببقع قياسية على نفس اللوح. وفى طريقة TLC توضع بقعة ذات حجم معين من المستخلص المراد معرفة تركيز التوكسين فيه على اللوح كما توضع بقع قياسيه من التوكسين على نفس اللوح ثم يوضع اللوح وعليه البقع فى مذيب Diethyl ether فى إناء بعمق ١سم وتوضع فى الظلام لحين وصول المذيب إلى إرتفاع ١٨ سم وتخرج الألواح فى الظلام وتجفف فى درجة حرارة الغرفة والهدف من ذلك هو إزالة بعض البقع الوميضيه والمواد الدهنية التى تتداخل مع الأفلاتوكسين، بينما تتحرك بقع الأفلاتوكسن مسافة قصيرة جداً ويمكن إعتبار قيمة R_f للأفلاتوكسين فى هذا المذيب = صفر. بعد تجفيف الألواح، فى الظلام فى درجة حرارة الغرفة توضع الألواح فى المذيب الأصلى اللازم لفصل (تحرك) التوكسين ويتكون هذا المذيب من كلوروفورم: ميثانول ٩٩ : ١ ثم تقارن بقع التوكسين فى العينة بالبقع القياسية على اللوح.

ii – HpLC: يمكن به الكشف عن التوكسينات من ٢ : ١٠ ng حتى ٥٠ ng لكل توكسين High performance LC.

iii – Uv spectrometer: يمكن به الكشف عن التوكسينات لأكثر من 4 µg.

iv – GLC: يصعب إستخدامه لقلة تطاير الأفلاتوكسين وإرتفاع وزنه الجزيئ.

ج– الطرق التأكيدية: Confirmatory methods وتشمل:

i – مقارنة R_f توكسين العينة ببقع قياسية على TLC.

ii – إختبار السمية بجنين البيض.

iii – إستخدام Mass spectrometry: وهى طريقة تخصصيه وتأكيديه إلا أنها مكلفة.

iv – إستخدام محاليل لإظهار اللون على TLC: وفى هذه الطريقة يضاف للبقعة spot على TLC مادة TFA تراى فلورو حمض الخليك Tri floro acetic.

بمعدل ٢ ميكرولتر (µl) للبقعة وتترك البقعة لتتفاعل مع TFA لمـــدة ٥ د، ثـــم يمرر هواء جار بإستخدام مجفف لمدة ١٠ د ثم يجرى الفصل الكروماتوجرافى فى مذيب مكون من كلوروفورم: أسيتون (٨٥ : ١٥)، وبعدها تخرج الألـــواح وتفحص تحت uv ثم ترش بمحلـــول ٢٥٪ H_2so_4 حيـــث يتغيـــر لـــون بقـــع الأفلاتوكسين AFB_1 من اللون الأزرق، وبقع AFG_1 من اللون الأزرق المخضر إلى اللون الأصفر بفحصها تحت uv وفى نفس الوقت يمكن التأكد من R_f.

الفصل التاسع

التلوث بالفيروسات Virologicl contamination

مقدمه

الفيروسات كائنات صغيرة تمر من المرشحات البكتيريه وهى جزيئات Particles ذات تركيب كيماوى بسيط تحتوى DNA أو RNA (ونادراً ما تحتوى النوعين من البروتين) كما تحتوى على بعض الليبيدات. ولاتحتوى الفيروسات جهاز تمثيلى Metabolic apparatus، ولذا فهى تحصل على الطاقة اللازمه لتكاثرها من خلايا العائل إذ أنها كائنات متطفلة إجبارياً، تعيش وتتكاثر داخل خلايا العائل الحى (بكتريا – نبات – حيوانات – إنسان) وليس لها القدرة على النمو والتكاثر فى الغذاء. ومعظم الأمراض الناتجة عن الأصابة بالفيروسات يصعب معالجتها بالأدوية العادية. ولاتتبع الفيروسات فى نظم التقسيم الحديثة عالم النبات أو الحيوان وتوضع فى مملكة مستقلة تسمى مملكة الفيروسات Kingdom Virotae.

وكثير من أنواع الفيروسات ممرضة للإنسان وتسبب أمراضاً عديدة مثل الجدرى small pox والحصبة measles وإلتهاب الدماغ encephalitis، إلتهاب الكبد epidemic hepatitis والحمى النزيفيه haemorrhagic fever وشلل الأطفال poliomyelitis ومرض القدم والفم Foot and mouth disease والأمراض التى تسببها الفيروسات تعادل ¾ الأمراض المعدية التى تصيب الإنسان.

ونظراً لصغر حجم الفيروسات وصعوبة زراعتها على البيئات فمن الصعب وصف الفيروس تماماً، ولكن أمكن بالميكروسكوب الإلكترونى تقدير أبعاد وحجم الفيروس وبعض خواصه المورفولوجيه.

تقسيم الفيروسات

وتوجد عدة طرق لتقسيم الفيروسات منهـا الخـواص المورفولوجيـة، تركيبهـا الكيماوى، وأنواع الأمراض التى تسببها للإنسان Pathogenic criteria والأعـضاء أو الأجهزة التى تهاجمها.

أ- الخواص المورفولوجيه Morphological properties

كائنات صغيرة الحجم ليس لها جدار خلوى، يتراوح قطرها ٢٥ -٢٥٠ nm فـى اصغر أبعادها، والفيروسات التى تنتقل عن طريق الغذاء تكون كروية الشكل تقريبـاً ويتراوح قطرها ٢٥ – ٧٥ nm ويمكن تقسيمها تبعاً لشكلها إلى عدة مجموعات:

١- الشكل الحلزونى Spherical form: ويتراوح حجمها مابين ١٨ : ١٥٠ nm ومنهـا Viruses of , Viruses of influenza, Virus - like bodies of human tumours Paratitus فيروس الغدة النكفية.

٢- الشكل العـصوى Rode shaped form: أبعادهـا ٣٠٠ × ١٥ nm ومنهـا آفـة البطاطس potato blight ومرض موزيك الدخان Tobacco mosaic disease.

٣- الشكل المكعبى Cuboidal form: حجمها من ٢١٠ – ٣٠٥ nm ومنهـا جـدرى الكنارى canary pox ولقاح جدرى البقر vaccinia virus.

٤- شكل الحيوان المنوى Spermatozoid form: يتراوح قطرهـا مـابين ١٠ – ٢٢٥ nm ومنها فيروسات النباتات الدنيئة Lower plants.

ويمكن تقدير حجم الفيروسات عن طريق:

١- الترشيح خلال الأغشية الغرويه Colloid membranes.

٢- الطرد المركزى عالى السرعة Centrifugation (in high speed centrifuge).

٣- الميكروسكوب الإلكترونى Electronic microscope.

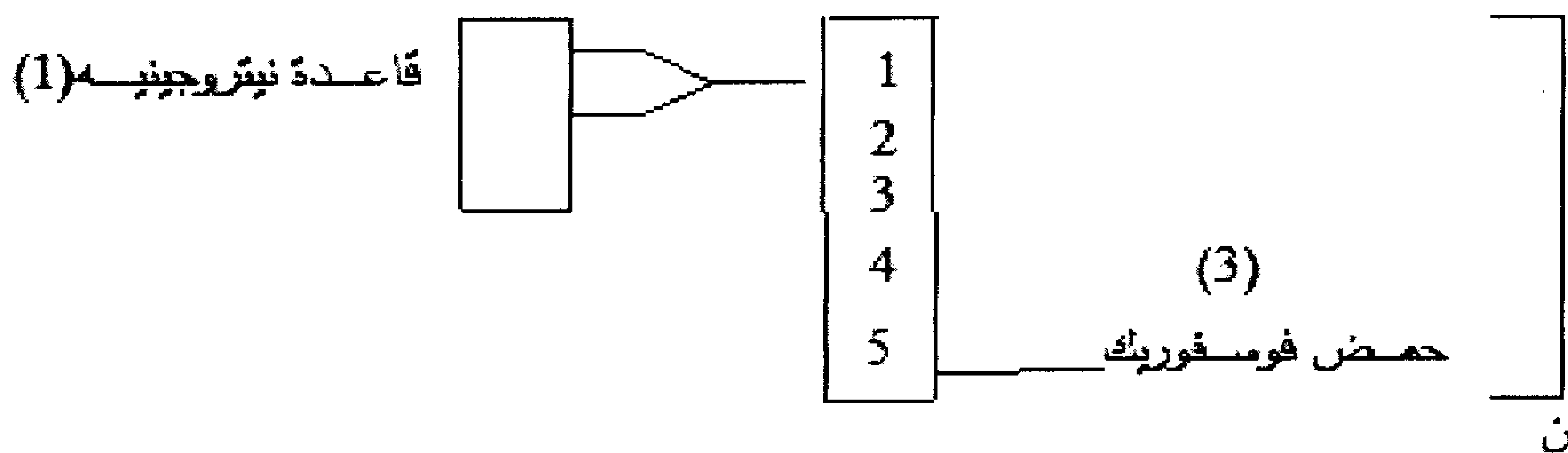
ب- التركيب الكيماوى Chemical structure (المكونات الأساسيه لجزئ الفيروس)

أولاً: الحمض النووى: Nucleic acid

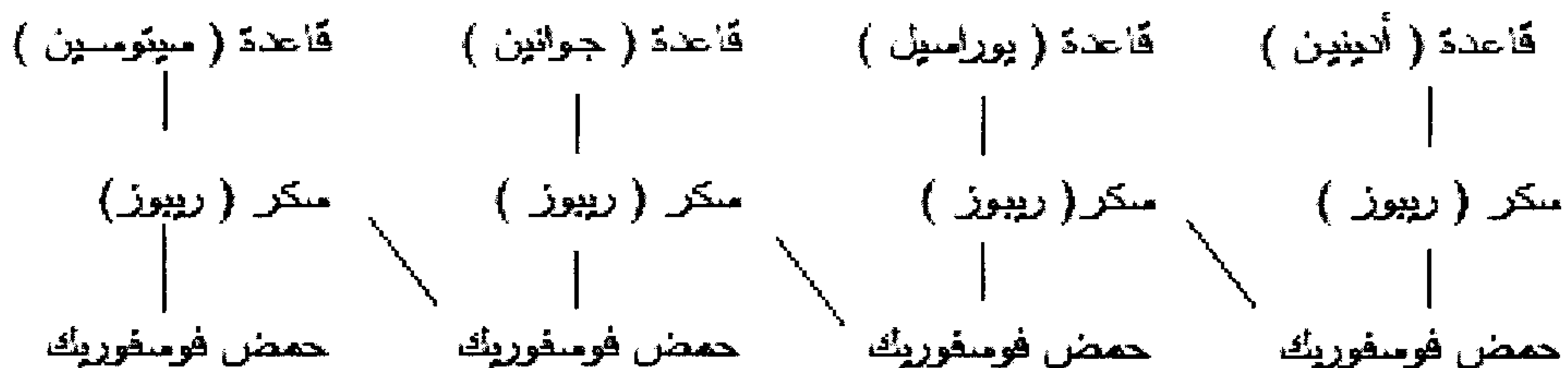
يتكون الفيروس أساساً من الحمض النووى Deoxy ribonucleic acid (DNA) أو الحمض النووى Rebonucleic acid (RNA)، ونادراً ما يحتوى الفيرس على النـوعين

معاً، ويعرف الحمض النووى بأسم المورث Genome وهو كل المادة الوراثيه ويتكون الحمض النووى من إتحاد عدد كبير من النيكلوتيدات.

وكل نيكلوتيدة تتكون من جزئ سكر خماسى ريبوز فى حالة (RNA) Rebonucleic acid أو دى أوكسى ريبوز فى حالة (DNA) Deoxy ribonucleic acid (والأخير ينقصه ذرة اكسجين). ويرتبط السكر بجزئ حمض فوسفوريك من ناحية وبقاعدة نيتروجينية من ناحية أخرى.



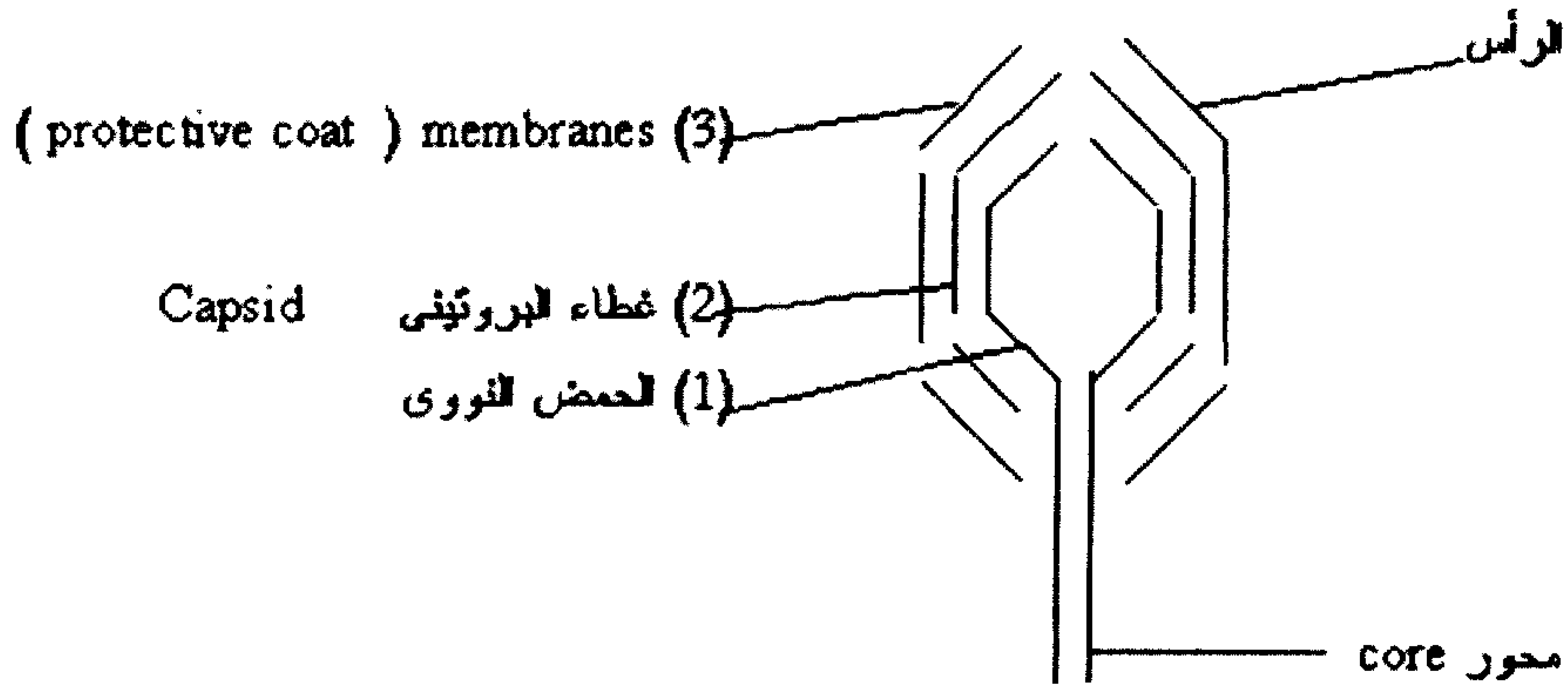
والقاعدة النيتروجينية الموجودة بالأحماض النووية منها ما ينتمى لمجموعة Purine البيورين ومن أهمها الأدنين Adenine والجوانين Guanine، ومنها ماينتمى إلى مجموعة البيريميدين Pyrimidine ومن أهمها السيتوسين Cytosine والثيمين Thymine واليوراسيل Uracil ويمثل التخطيط التالى التركيب البنائى لحمض نووى RNA مكون من أربعة قواعد نيتروجينيه



ويدخل فى تركيب جزئ RNA أربعة قواعد هى الأدينين، اليوراسيل، الجوانين، السيتوسين

ويدخل في تركيب جزئ DNA نفس القواعد الأربعة السابقة فقط يحل الثيمين Thymene بدلاً من اليوراسيل Uracil ويعتبر الحمض النووى RNA أو DNA هو الجزء المعدى من الفيروس، والمسئول عن إنتاج فيروسات جديدة لاتختلف عن الفيرس الأصلى.

ثانياً: الغطاء البروتينى (٢) Protein coat أو Protein shell وهو المكون الثانى بعد الحمض النووى، وهو يغلف الحمض النووى الفيروسى ويسمى Capsid، ويطلق عليه مع ما يلاصقه من الحمض النووى إصطلاح nucleocapsid.



شكل يبين تركيب الفيرس

ويتكون المحور والغطاء البروتينى عادة من بروتينات بسيطة Protamine or histone يدخل فى تركيبها حوالى ٢٠ حمض أمينى ترتبط مع بعضها فى تتابعات مختلفة لتكون البروتينات الفيروسيه المختلفة، ويبدو أن بعض هذه الأحماض الأمينية توجد فى بروتين جميع الفيروسات، بينما يوجد بعضها فى بعض الفيروسات فقط. وترتبط هذه الأحماض مع بعضها بروابط ببتيديه مكونه عديدات الببتيد Polypeptides.

وليس للغطاء البروتينى دور فى عملية الأصابة أو التضاعف الخاص بالفيروس، إذ أن دور الغطاء البروتينى هو حماية الحمض النووى RNA أو DNA من تأثير التحلل الأنزيمى ribonuclease الخاص بالعائل، كما يحميه من عديد من العوامل الخارجيه.

ملاحظات:

١- بعض الفيروسات قد لاتحتوى غطاء بروتينياً أى يكون الحمض النووى عارياً naked ويطلق على هذه الفيروسات العاريه إسم فيرويدات Viroids وهى عوامل ممرضة تتكون من جزئ صغير من حمض نووى فقط.

٢- بعض الفيروسات قد تحتوى أغشيه (٣) Membranes (Protective coat) بالأضافة إلى وجود الحمض النووى والغطاء البروتيني. وتتكون هذه الأغشيه من دهون بروتينية Lipoproteins وكربوهيدرات.

٣- لاينشط الفيروس إلا داخل الخلية، ويسمى فيروساً حياً أو فيريون Verion وعندما يتكاثر يكون خلفة Progency أى فيريونات Verions. أما خارج الخلية فيظل الفيروس خاملاً أيضياً (أى من حيث التمثيل) Metabolically inert ويسمى دقيقة فيروسيه Viru particle.

٤- البروتين النووى Nucleoprotein: هوذلك الجزء من الفيرس الذى يضم الحمض النووى الفيروسى مع بعض بروتينات الفيرس الداخلية المرتبطة به، والذى يوجد فى محور Core الدقيقة الفيروسيه ويمثل التخطيط التالى نواتج البروتين النووى.

- البروتين النووى



جزء بروتيني Proteinic part (Protamine or histone)

+ جزء غير بروتيني Non proteinic part

وهو ما يمثل الحمض النووى Nucleic acid

- الحمض النووى Nucleic acid ← نيكلوتيدات Nucleotides
- النيكلوتيدات Nucleotides ← نيكلوسيد Nucleoside + حمض فوسفوريك
- النيكلوسيد Nucleoside ← قاعدة نيتروجينيه + سكر خماسى (ريبوأو دى أوكسى ريبوز)

أهم العائلات الفيروسيه التى تصيب الإنسان وخواصها

يتكون الفيروس أساساً من الحمض النووى DNA أو الحمض النووى RNA وتحتوى الفيروسات البكتيرية غالباً الحمض النووى DNA، كما تحتوى الفيروسات النباتية غالباً الحمض النووى RNA، أما الفيروسات التى تصيب الحيوانات والإنسان فبعضها يحتوى الحمض النووى DNA وبعضها يحتوى الحمض النووى RNA.

ويبين الجدول (٣١) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتوية DNA كما يبين الجدول (٣٢) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتوية RNA.

جدول (٣١) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتوية DNA وبعض خواصها

العائلة	الخواص
Parvoviridae	كلمة parvo تعنى صغير، قطرها ـ ٢٠ nm وهى ثابته تجاه الحرارة ولها عدد قليل من العوائل إلا أن منها مايصيب الإنسان مثل Human parvovirus B19 ومنها مايصيب بعض الثدييات والطيور Parvovirus of mammals & birds
Papovayiridae	قطرها ـ ٥٥ nm تتكاثر داخل نواة خلايا العائل، بعضها يكون نتوءات صغيرة مصحوبه بسرطان عنق الرحم أو سرطان الجلد مثل فيروس Papillomavirus
Herpes viridae	كلمة herpes تعنى زحف creeping، قطرها حوالى ١٥٠ nm تتكاثر داخل نواة العائل. العديد من أنواعها ممرض للإنسان فمنها مايسبب إصابة مزمنه Chronic infection وتفرز فى اللعاب والإفرازات التناسلية Genital secretion، وقد توجد بصفة مستمرة أو متقطعة دون ظهور أعراض مرضية، وقد تستمر هذه الإفرازات لعدة سنوات بعد الأصابة. وبعض أفراد العائلة قد تلعب دوراً فى الأصابة بالسرطان
Poxviridae	تعتبر أكبر وأكثر الفيروسات التى تصيب الفقاريات. لها شكل القالب brick ñ shaped أبعادها ٢٥٠ × ٢٠٠ × ٢٠٠ nm. وهى خلاف معظم الفيروسات DNA إذ أنها تتكاثر فى سيتوبلازم خلايا العائل. ومعظم اجناس هذه العائلة تسبب الجدرى للحيوانات والإنسان. ومن أمثلة ذلك بعض أنواع جنس Parapox virus والتى تسبب الجدرى الكاذب للإنسان Pseudo cow pox والذى يسمي بثرات الحلاب Milker's node

العائلة	الخواص
Hepadnaviridae	جزيئات كرويه قطرها ـ ٤٢ nm، وأفراد هذه العائلة عالية التخصص، وتتكاثر فى خلايا الكبد Hepatocytes وتسبب إلتهاب الكبد hepatitis المزمن، وتسبب تليف الكبد cirrhosis وحالة سرطانيه أوليه لخلايا الكبد Primary hepato cellular carcinoma ومن أكثر الأنواع التابعة لهذه العائلة أهمية للإنسان هو فيرس B الكبدى Human hepatitis B Virus

جدول (٣٢) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتويه RNA وبعض خواصها

العائلة	الخواص
Picornaviridae	قطرها ٢٥ – ٣٠ nm وتشمل هذه العائلة أهم أنواع الفيروسات المرضيه للإنسان والحيوان، ومنها عدة أجناس مثل: ١- Enterovirus: ومعظم أنواع هذا الجنس تسبب حمى معويه كما تصيب الجزء العلوى من الجهاز التنفسى والقناه الهضمية، كما تسبب الطفح الجلدى rashes والكثير من الإلتهابات مثل إلتهاب القلب Carditis وإلتهاب الملتحمه Conjunctivitis وإلتهاب الحدقه Myositis كما أن فيروس Polioviruses المسبب لشلل الأطفال يتبع هذا الجنس. وتتميز فيروسات هذا الجنس بمقاومتها للحموضة (pH ٣ أو أقل)، كما تقاوم الكحول (٧٠٪) والإثير (٢٠٪) والأمونيوم الرباعيه (١٪) والمنظفات المختلفة وهى ثابته عند درجات حرارة أقل من الصفر المئوى لعدة سنوات، وعند درجات حرارة التبريد (الثلاجة) لعدة أسابيع، ودرجة حرارة الغرفة لعدة أيام. ولكن يقضى عليها سريعاً عند حرارة (٥٠ °م)، والفورمالهيد (٠,٣٪) ومحلول (٠,١ أساس) حمض الهيدروكلوريك، محلول ٠,٣ – ٠,٥ جزء / مليون كلورين كما يقضى عليها بالأشعة فوق البنفسجيه uv وبالتجفيف. إلا أن وجود كلوريد الماغنسيوم يزيد من ثبات ومقاومة هذه الفيروسات. ٢- Hepatovirus: ويتبعه فيروس A الكبدى Human hepatitis A virus ٣- Rhinovirus: وأفراد هذا الجنس من أكثر الأنواع المسببه لأمراض البرد. ٤- Aphthovirus: ويتبعه فيروس الحمى القلاعية. Foot & mouth disease Virus (FMDV)

العائلة	الخواص
Caliciviridae	قطرها ٣٥ – ٤٠ nm ومنها جنس Calcivirus والذى يتبعه ١- فيروس E الكبد فى الإنسان hepatitis E virus وينتقل عن طريق الفم ٢- عامل نورووك Norwalk agent وله أهميه فى الإصابه بأمراض الجهاز الهضمي.
Astroviridae	كرويه الشكل لها شكل يشبه النجمه، توجد فى براز الإنسان والحيوانات التى تعاني من إلتهاب الأمعاء Enteritis
Togaviridae	فيروسات صغيرة كرويه ٦٠ – ٧٠ nm تتكاثر فى السيتوبلازم ومن أجناسه ١- Alphavirus: يتبعه عدة أنواع ينقلها البعوض إلى الإنسان وقد يسبب له السحاء الدماغي Encephalitis وإلتهاب المفاصل Arthritis ٢- Rubivirus: ممرض هام للإنسان إذ يحدث تشوهات خلقية فى الأجنه عندما يصاب به النساء الحوامل
Flaviviridae	قطرها ٤٠ – ٥٠ nm ومنه: ١- Flavivirus: يصيب أساساً المفصليات (البعوض – القراد) ومنها أنواع تسبب الحمى الصفراء وحمى Dengue للأنسان ٢- Hepatitis C virus: وينتقل للإنسان عن طريق الدم وكذا العلاقة الجنسية.
Coronaviridae	عبارة عن فيروسات متعددة الأشكال pleomorphic ٧٥ – ١٦٠ nm بعض الأنواع تسبب نزلات البرد للإنسان (والبعض أمكن رؤيته فى براز الإنسان)
Paramyxoviridae	له أشكال متعددة قطره ١٥٠ – ٣٠٠ nm ومنه عدة أجناس ١- Paramyxovirus: أنواعه تسبب أمراض الجهاز التنفسى ٢- pneumovirus: أنواعه تسبب أمراض الجهاز التنفسى للأطفال ٣- Morbillvirus: أنواعه تسبب الحصبه Measles المصحوبه بالطفح ٤- Rubulavirus: أنواعه تسبب أمراض الغدة النكفية فمنه فيروس (النكاف) Mumps وهو الوحيد التابع لهذا الجنس الممرض للإنسان
Rhabdoviridis	له شكل الرصاصة Bullet ñ shaped ١٨٠ × ٧٥ nm ومن أنواعه فيروس الكلب rabies ñ like virus والذى يسبب مرض للإنسان بعد عضة حيوان
Filoviridae	خيطية الشكل ٧٩٠ – ٩٧٠ nm طولاً، ٨٠ nm عرضاً وبعض أنواعها تسبب حمى النزيف hemorrhaegic fever فى الإنسان فى أفريقيا

الخواص	العائلة
فيروسات كرويه ٨٠- ١٢٠ nm وتعرف بفيروسات الأنفلونزا ومنها A , B , C	**Orthomyxoviridae**
سمى كذلك لأن أفراده تحتوى جزيئات تشبه الرمل (arcna = sand) ومن انواعها مايسبب حمى النزيف Hemorrhagic fever تشبه ما تسببه فيروسات عائلة Filoviridae	**Arenaviridae**
يتكاثر فى سيتوبلازم خلايا العائل ويصيب الحيوانات غير المستأنسه وبعضه ينتقل عن طريق البعوض	**Bunyaviridae**
وأفراده تصيب الجهاز التنفسى والمعوى. ومنها جنس rotavirus وهو يشمل فيروسات لها أهميه فى حدوث الأسهال فى الأنسان وبعض الحيوانات الأليفة	**Reoviridae**
قطرها ٨٠ – ١٠٠ nm ومن الأنواع التابعة للعائلة Human T cell lymophotropic viruses HTLV- BLV viruses والذى يسبب Leukemia (إبيضاض الدم) فى الإنسان	**Retroviridae**

وبجانب الأنواع التابعة للعائلات السابقة والممرضة للإنسان توجد أنواع أخرى لاتنتمى لتلك العائلات من أمثلتها:

١- Hepatitis D Virus: وهو ينتمى إلى جنس Deltavirus وهو يسبب مرضاً خطراً يتمثل فى إلتهاب الكبد المزمن و/ أو تليف الكبد Cirrhosis.

٢- البريونات Prions: وهى مجموعة من العوامل المعديه، وتختلف فى خواصها عن الفيروسات والفيرويدات Viroids فهى ليست أحماضاً نوويه ولكنها جزيئات كبيرة من البروتين تتشابه مع الأحماض النوويه فى أنها تتكاثر.

وقد أطلق العالم بروينر Prusiner عليها كلمة Prion وهى تعنى العامل المعدى البروتينى proteinaceous infectious agent ويظن أن البريون Prion بروتين غير طبيعى خال من الحمض النووى، ويوجد مرتبطاً بأسطح الخلايا، ويتداخل مع المادة الوراثيه DNA للعائل لينتج العديد من نفس البريون والذى تتراكم مسببة المرض.

ويوجد من هذه العوامل الممرضة سبعة أمراض تصيب الحيوان والإنسان من أمثلتها مرض المخ الإسفنجى فى الأبقار Bovine spongy form encephalopathy والمسمى جنون البقر، ومرض كرتيزفيلت – جاكوب Creutzfeldt ñ Jacob فى

الإنسان. وربما تكون هذه البريونات تسبب مرض عته الكبار والمعروف بالزهايمر Alzheimer's disease.

وتتميز البريونات بأنها ذات تأثيرات مرضيه على الجهاز العصبى، وفترة حضانه طويلة تتراوح بين شهرين وعقود (قبل ظهور المرض) وبأنها أمراض مزمنه مداها أسابيع إلى سنين وقد تؤدى للموت.

والبريونات حساسة للإنزيمات المحلله للبروتين، وليست حساسة للإنزيمات المحلله للحمض النووى، كما أنها أكثر مقاومه من الفيروسات للإشعاع وغيرها من المعاملات التى تثبط الفيروس كحرارة الطبخ.

الفيروسات والأمراض الفيروسيه الملوثه للبن الخام وبعض المنتجات اللبنيه

توجد مجموعة من الفيروسات المعويه Enteroviruses تتكاثر فى القناه المعويه للإنسان والحيوان من الممكن أن تلوث اللبن ومنتجاته.

ويبين الجدول (٣٣) أهم عائلات وأجناس وأنواع الفيروسات الملوثه للبن، والأمراض الفيروسيه المصاحبه لها

جدول (٣٣) أهم الفيروسات الملوثه للبن، والأمراض الناتجه عنها

المرض	النوع	الجنس	العائلة
شلل الأطفال	Polioviruses	Enterovirus	1- Picornavidia
عدة أمراض	Coxsackia Viruses		
إلتهاب الكبد الفيروسى A	Human hepatitis A Virus (HHAV)	Hepatovirus	
الحمى القلاعية	Foot ñ mouth disease Virus (FMDV)	Aphthovirus	
مرض قئ الشتاء	مجموعة الفيروسات الكرويه الصغيرة وأهمها Norwalk	Calicivirus	2- Caliciviridae
الإلتهاب السحائى	Tick ñ borne encephalitis Virus	Flavivirus	Flaviviridae

وغالباً لاتتواجد هذه الفيروسات فى اللبن أو منتجاته، ووجودها يكون ناتجاً عن التلوث بإفرازات وفضلات الحيوان أو الإنسان الحاملة لهذه الفيروسات.

أولاً: الأمراض الفيروسيه الناتجة عن التلوث بأفراد من عائلة Picornaviridae

أ- أمراض ناتجة عن أنواع من جنس Enterovirus

مقدمه:

معظم الأنواع التابعة لهذا الجنس تسبب حمى معويه، وقد يصحب ذلك إلتهاب الدماغ السحائى Meningoen cephalitis وإلتهاب القلب Carditis، إلتهاب ملتحمة العين Conjunctivitis وإلتهاب الحدقة Myositis كما تسبب طفح جلدى Rashes وتصيب الجزء العلوى من الجهاز التنفسى والقناه الهضمية. وهى فيروسات مقاومه للحموضة تتحمل pH ٣ أو أقل كما تقاوم الكحول (٧٠٪) والأثير (٢٠٪) والكلوروفورم (٥٪) والأمونيوم الرباعية (١٪) والمنظفات المختلفة، كما أنها ثابتة عند درجات حرارة التبريد (الثلاجة) لعدة أسابيع، وثابته على درجة حرارة الغرفه لعدة أيام، ولكن يقضى عليها سريعاً على ٥٠ °م، كما تتلف نشاطها بالفورمالدهيد (٠,٣٪)، ١٠/١ أساس Hcl، ٠,٣ – ٠,٥ جزء فى المليون من الكلورين الحر إلا أن وجود كلوريد الماغنسيوم يزيد من ثبات ومقاومة هذه الفيروسات.

ويشمل هذا الجنس عدة أنواع من أهمها:

١- Coxsackieviruses

٢- Polioviruses وتسبب شلل الأطفال

١- أمراض ناتجة عن فيروسات Coxsackieviruses

تسبب هذه المجموعة من الفيروسات عدة أمراض منها

أمراض الرئة Borhalm disease أو Pleurodynia والإسهال الصيفى الوبائى الشديد فى الرضع Sever - epidemic summer diarrhoea in infants (أمراض الرئه)، (القوباء) Herpangina، (الطفح) Boston (epidemic) exanthenia

(إلتهاب عضلة القلب) Aseptic carditis وأمراض أخرى (الخناق) croup ومايشبه الأنفلونزا Influenza like، ومايشبه الشلل Poliomyelitis like diseases.

الفيروسات المسببه للأمراض:

تضم هذه المجموعة حوالى ٣٠ نوعاً تقع تحت مجموعتين subgroups هى المجموعة A (٢٤ نوع) والمجموعه B (٦ أنواع).

الخواص المورفولوجيه:

فيروسات صغيرة جداً ٢٣ – ٥٠ mu تمر من المرشحات البكتيريه.

الخواص المزرعية: تنمو على الأنسجة المزرعية من خلايا كلى الإنسان والقردة وكذلك Human embryo fibroblastes.

المقاومه:

لهذه الأنواع مقاومه عالية نسبياً فتقاوم التجميد (-٧٠ °م) لفترة طويلة، وتعيش لأكثر من سنه فى الثلاجه، وفى الجلسرين ومصل الخيل لمدة ٧٠ يوم على حرارة الغرفه. وتشبه فيروسات Paliomyelitis بأنها تقاوم تركيزات مختلفة من الـ pH ٤ – ٨ لمدة أيام، وتقتل على ٥٠ – ٥٥ °م / ٣٠ د وتقاوم المضادات الحيويه، كحول إيثايل (٧٠٪) إلا أنها حساسه جداً لمحاليل حمض الهيدروكلوريك والفورمالدهيد.

مصادر العدوى:

هذه الفيروسات واسعة الإنتشار وتنتقل بين المرضى عن طريق البراز وإفرازات الأنف والبلعوم، ومن المجارى ويلعب الذباب دوراً كبيراً فى إنتشار المرض خاصة فى الخريف والصيف، وتنتقل الفيروسات بين الجنس البشرى من أى عمر أو جنس ولكن يسود ذلك فى الأطفال.

الأعراض: تختلف الأعراض بإختلاف الحاله المرضيه الحادثه ومن هذه الحالات المرضيه

إلتهاب السحايا Aseptic serous meningistis	أمراض الرئه (Borhalm disease) Pleurodynia	القوباء Herpangina	الطفح Boston (epidemic) exanthenia	إلتهاب عضلة القلب Aseptic myocarditis
توعك – صداع شديد غثيان ألام فى المعدة – يتبع ذلك تصلب عضلات الرقبه – وبعد يوم أو يومين يحدث قئ وترتفع الحرارة ٤٠ °م	صداع – ألم فى الزور عند البلع وألم فى الصدر والعضلات والمعدة والأطراف وإرتفاع فى الحرارة ٣٨- ٤٠ °م وتستمر الحمى ٢- ٤ أيام	إرتفاع مفاجئ فى الحرارة ٤٠،٥ °م وتستمر ١ – ٤ أيام، فقد الشهيه، ٢٥٪ من الحالات تصاب بالقئ وآلام البطن. ومعظم المرضى	حمى تستمر ٣-٤ أيام – قشعريرة – صداع شديد فى البالغين – وآلام فى البطن فى الأطفال	يحدث بين حديثى الولادة حتى سن ٣ سنوات ويتميز بإرتفاع معدل الوفيات ٧٠ – ٨٠٪

إلتهاب السحايا Aseptic serous meningistis	أمراض الرئه (Borhalm disease) Pleurodynia	القوباء Herpangina	الطفح Boston (epidemic) exanthenia	إلتهاب عضلة القلب Aseptic myocarditis
وتستمر الحمى لمدة ٥ أيام (٣ - ١٠ أيام) ثم نكسه للحمى كل ٤ - ٥ أيام ويستمر المرض ١ - ٣ أسابيع	وتحدث نكسه كل ٢- ٣ أيام. وتزداد الألام عند الحركة وتستمر ٢- ١٥ يوم وفى ٥٠٪ من الحالات يتركز الألم فى البطن والأطراف وفى بعض الحالات يحدث تصلب فى الرقبه والظهر	يشكون من صعوبة البلع وآلام الزور. وتغطى الزور بثرات فى الجزء الأمامى من الحلق ويكون لونها أبيض رمادى محاطة بدوائر حمراء وفى النهاية يزداد شدة اللون الأحمر للدوائر وتستطيل البثرات وتتقيح		

التشخيص المعملى: الحصول على الفيروس من البراز وغسيل أنف وبلعوم المرضى واللوز، والسائل الشوكى وحقنه فى فئران رضع عمرها ٢ يوم وتتبع التغيرات الحادثه فى عضلاتها (شلل الأطراف والعنق) وفى المخ ويحدث الموت فى بحر ٢٤ ساعة بعد التلقيح كما يجرى التشخيص بتفاعل التعادل neutralization reaction وإرتفاع رقم الأجسام المضادة فى الناقهين rising titre of antibodies in convalescents مقارنة بالمرضى فى المراحل الأولى من الإصابه.

الوقايه: عزل المرضى وإتخاذ الأحتياطات الصحيه.

٢- أمراض ناتجه عن Polioviruses

مرض شلل الأطفال Poliomelitis

الفيروس المسبب للمرض Causative Virus:

الفيروس المسبب للمرض يعرف بإسم فيروس شلل الأطفال الوبائى Epidemic poliomyelitis virus (Poliovirus) وهو من الفيروسات المعويه Entero viruses التى تسبب حالات وبائيه من أمراض الإسهال الصيفى فى الأطفال ويسود حدوث المرض

فى الصيف والخريف (أغسطس – سبتمبر)، ولاتقتصر الإصابه على الأطفال فرغم أن ٨٠٪ من الإصابات تكون بين الأطفال من سن ٤ شهور: ٥ سنوات إلا أن ٢٠٪ من الأصابات تحدث بين الأطفال بعد سن الخامسه وكذا بين المراهقين وربما البالغين خاصة عند حدوث حالات وبائيه. كما يصيب الفيروس كل من الإنسان والحيوان.

الخواص المورفولوجيه:

يتراوح فى حجمه مابين ٨ : ٢٧ mu فى الصورة البللوريه

الخواص المزرعيه:

يتكاثر الفيروس على المزارع النسيجيه Tissue cultures من كلى القرود حيث يظهر على هذه الأنسجة فى صورة أجسام كرويه حجمها بلون أزرق خفيف أو قرمزى عند صبغ الأنسجة بصبغة Romanowsky - giemsa.

كما يتكاثر على بيئة تحتوى على Toyrode's solution، مصل القرود وقطع صغيرة من مخ جنين صغار الدجاج عمر ١٠– ١٢ يوم.

المقاومه:

يمكن للفيروس أن يعيش فى الماء المعقم لمدة تزيد عن ١٠٠ يوم على حرارة الغرفه، وفى اللبن ٩٠ يوم، وفى البراز لأكثر من ٦ أشهر وفى الصرف الصحى لعدة أشهر، ويقاوم محلول فينول ٠,٥ – ١٪ ويبقى حياً لمدة أسابيع على pH ٣,٨ – ٨,٥ إلا أنه حساس لمحاليل من Calcium chlorate lime والكلورامين، الفورمالين وفوق أكسيد الأيدروجين وبرمنجانات البوتاسيوم، كما يقضى عليه بالغليان بل يقضى عليه على ٥٠ – ٥٥ م إلا أن اللبن قد يوفر حماية للميكروب فيتحمل ٦٠ °م لذا يقضى عليه بالبسترة ويمكن للفيرس أن ينمو فى الجبن ويستمر لفترة طويلة ٥– ٦ أسابيع فى جبن كوتاج، ٧ شهور فى جبن تشدر.

مصادر العدوى:

مرض معدى يصيب الخلايا العصبيه فى النخاع الشوكى والمخيخ، وتحدث العدوى عن طريق الجهاز التنفسى بإستنشاق الرذاذ الملوث ويدور الفيرس فى الدم، كما ينتقل عن طريق الأغذيه الملوثه مثل اللبن حيث ينقل الذباب الفيروس لهذه

الأغذيه. ويعتبر اللبن الخام وكذا الملوث بعد البسترة من أهم طرق تفشى المرض، كما ينتقل الفيروس من المريض وحامليه عن طريق الأيدى القذرة، أدوات المريض، وملابسه الداخلية، ومفارش الأسرة، ويعتبر الذباب من أهم وسائل إنتقال الفيروس إذ يوجد فى براز المريض والناقهين لمدة ٢ – ٧ أسابيع وأحياناً ٤ شهور.

الحضانه: ٢يوم: ٥ أسابيع.

الأعراض:

يوجد عادة ٣ مراحل عند الإصابه المرحلة الأولى وتسمى Abortive (غير مكتشفه) والثانيه تسمى Nonparalytic (غير شلل) والأخيرة هى الشلل Paralytic.

إذ تبدأ الأعراض بإضطراب فى الجهاز الهضمى ويبدأ ظهور الفيروس فى إفرازات الحلق بعد ٣٦ ساعة من العدوى وبعد ١–٣ يوم يبدأ المرض فى صورة إرتفاع مفاجئ فى الحرارة وأعراض برد خفيفه، آلام فى العضلات وصعوبه فى التنفس والبلع ومضاعفات فى الجهاز الهضمى (إنتفاخ المعده) والجهاز الدورى (إرتفاع ضغط الدم).

وبتقدم المرض فإن الفيروس يغزو المخ والحبل الشوكى Spinal cord ويحدث هدم للنظام المركزى العصبى مما ينشأ عنه شلل فى الأطراف والرقبه والجهاز البولى والحركه وضمور العضلات وشلل فى الجهاز التنفسى مما يؤدى إلى الوفاة.

العلاج:

لايوجد علاج محدد، ومنه الحقن المبكر بجاما جلوبيولين، نقل الدم، تعاطى فيتامين B_{12}, C والأحماض الأمينيه (ليوسين، حمض الجلوتاميك)، التجبير (عمل جبارة) من أول يوم لظهور الشلل لمنع التقلصات والتغيرات Deformaton (تشوهات). ثم إتباع التمرينات الرياضيه. كما يمكن إستخدام تنفس صناعى عندما يحدث إضطراب فى التنفس.

الوقاية والمقاومه:

١– إتخاذ الإشتراطات الصحيه بحزم لتجنب التلوث (بسترة اللبن – غلى الماء أو معاملته بالكلور).

٢- عدم السماح للأشخاص المصابين أو حاملى الفيرس بالتعامل مع الأغذيه أو إختلاطهم بالأصحاء (عزل المرضى).

٣- التحصين Immunization بالحقن بجاما جلوبيولين أو مصل Immune serum أشخاص أصحاء وذلك للأطفال الذين يقل عمرهم عن ٧ سنوات.

٤- التطعيم Vaccination: المناسب للأطفال ويجرى التطعيم بلقاح يحضر من فيرس غير نشط معامل بالفورمالين أو من سلالات فيرس ضعيف Attenuated ويعطى فى العضل حقناً (فى الثلث العلوى من الذراع الأيسر) فى ٣ جرعات، كما يوجد لقاح يعرف باللقاح الحى Live vaccine ويحضر فى محلول يحتوى على نوع معين من فيرس الشلل ويعطى هذا اللقاح عن طريق الفم فى ٣ جرعات.

ب- أمراض ناتجه عن جنس Hepatovirus

إلتهاب الكبد الوبائى Epidemic hepatitis Virus A

(اليرقانى Jaunidice إلتهاب المرارة)

مقدمه:

يعرف بـ Infectious hepatitis تميزاً له عن Serum hepatitis والأخير يسببه نوع آخر من الفيرس هو Hepatitis B والذى يعرف بإلتهاب الكبد المصلى Serum hepatitis إذ يوجد فى دم المصابين والحاملين للمرض وينتقل عن طريق وخز الأنسجة عند عدم إتخاذ الحيطة لمنع العدوى أثناء نقل الدم وأثناء عمليات غسيل الكلى فى وحدات الغسيل ولم يثبت أنه ينتقل عن طريق اللبن وهو يتبع عائلة أخرى هى Hepadnaviridae.

ومرض إلتهاب الكبد الوبائى HVA مرض معدى يصيب جميع الأعمار وهو شائع مثل شلل الأطفال يزيد إنتشاره فى الدول الناميه من أسيا وإفريقيا ووسط وجنوب أوروبا حيث الإزدحام وعدم كفاية النظافة وحيث ينتشر الفقر والحرمان.

الفيروس المسبب للمرض causative virus:

الفيروس المسبب للمرض يعرف بإسم فيروس إلتهاب الكبد A (Hepatitis Virus A) وكان لوقت قريب يصنف على أنه Enterovirus type 72 وحالياً فإنه يصنف كجنس

مستقل (Hepatovirus) بناء على وجود بعض الإختلافات بينه وبين الأنـــواع التابعـــة لجنس Enterovirus منها الثبات على ٦٠ °م وبعض الأختلاف فى دورة الحياه.

الخواص المورفولوجيه:

الفيروس دائرى الشكل حجمه ١٢ – ٢٧ mu له القـــدرة علـــى المـــرور خـــلال المرشحات المختلفة.

الخواص المزرعيه:

ينمى على الأنسجة كما أمكن تنميته على بيئة متعادلة

٨٥٪ Iggles solution + ١٥ ٪ مصل جنـــين بقـــر Unfiltrated serum of cow foetus

المقاومه:

شديد المقاومه يتحمل ٦٠ °م / ساعة لايقف نشاطه (يتحمل) تركيز منخفض مـــن الكلورين، ويعيش لأكثر من عام فى الجلسرين كما يتحمل التجفيف تحت تفريـــغ مـــع التبريد.

مصادر العدوى:

عن طريق الفم نتيجة تناول الأغذيه الملوثه مثل اللبن ومنتجاته والميـــاه الملوثـــه والأيدى الملوثه ببراز (بقايا) المرضى ويعتبر المحار Shell fish مـــن أهـــم عوامـــل إنتشار العدوى نظراً لأن المياه التى تنمو بها عادة ما تكون ملوثه بالصرف الـــصحى، وللمحار القدرة على جمع الفيروسات من الماء نتيجة خاصية Filter feeding activities (نشاطه الغذائى بالترشيح) كما أن المحار يحمى الفيرس أثناء التسخين كما أن المحـــار يؤكل غالباً فى صورة خام (دون طهـــى) وهنـــاك أغذيـــه أخـــرى مثـــل الـــسلطات والسندوتشات وكذلك الوجبات الجاهزه، وتحدث العدوى بأن يصل الفيروس مع الغذاء الملوث إلى القناه الهضميه، وهناك يتكاثر ويتضاعف فـــى الخلايـــا الطلائيـــه للقنـــاه الهضميه، ثم يفرز فى الدم وينتقل معه إلى الكبد حيـــث يتكـــاثر فـــى خلايـــا الكبـــد البرنشيميه (اللحائيه Parenchymal) محدثاً إلتهاباً حاداً بالكبد مصحوباً بتحلل الخلايـــا، وإتلاف خاصية الكبد المضادة للتسمم Disintoxication function، ويفرز الفيروس فى

العصارة الصفراويه ويخرج مع البراز بمعدل $١٠^{٨}$ خلية / جم كما يصل إلى اللعاب ولكن بعدد أقل.

مدة الحضانه: ١٥ – ٥٠ يوم (٢٨ يوم فى المتوسط)

الأعراض:

تشمل حمى بسيطة Subfebrile وتعب وإجهاد وفقدان الشهيه وقئ وغثيان، وقد يحدث إسهال مع آلام فى الربع الأيمن العلوى من البطن مع قئ يعقب ذلك يرقان (صفراء)، وبول داكن اللون (لون الشاى) Bilirubinuria، ثم براز شاحب اللون pale، وإصفرار الأغشيه المخاطيه والجلد والعين، ويفرز الفيرس فى البراز لمدة أسبوعين تقريباً قبل ظهور اليرقان وتغير لون البول، ويصل أقصى عدد له قبل ظهور الأعراض مباشرة. وقد يحدث مضاعفات للمرض منها هبوط فى وظائف الكبد مع درجات متفاوته من الضمور الحاد إلى التليف المزمن وهبوط فى عمل الكلى والطحال وهبوط فى وظائف المخ مع حدوث غيبوبه ونوبه مرضيه تؤدى إلى وفاة ٧٠ – ٩٠٪ من هذه الحالات المرضيه ومما يزيد من شدة المرض تعاطى الكحولات والتمرينات الرياضيه العنيفه.

التشخيص المعملى:

يحدث زيادة فى نشاط إنزيمات المصل (ALT, AST) Alanine and Aspartate amino Transferase وهذا مايميز إلتهاب الكبد الفيروسى عن غير الفيروسى ولكن لايفرق بين أنواع إلتهابات الكبد الفيروسيه الأخرى A, B, C, D, E.

الوقايه والمقاومه:

١- إهتمام الدولة بمعالجة الصرف والمياه وتجنب تلوث المياه والأغذيه بالبراز خاصة الأغذية غير المطهيه، اللبن الخام ومنتجاته ويلاحظ أن المعامله الحراريه لدرجة ٩٠ °م / ٩٠ث ضروريه للقضاء على الفيرس.

٢- منع تلوث المجارى المائيه بمياه الصرف الصحى وعدم صيد الأسماك والأصداف من المناطق التى تصرف فيها المجارى.

٣- التحصين Passive immunization, Immunization ضد الفيروس عند الحروب أو نزوح الناس إلى مناطق موبوءة وذلك بالحقن Immunoglobulin (Globulin ñ ٪) قبل الوصول لهذه الأماكن وتكرار ذلك كل ٤- ٦ شهور مع تحصين الأشـــخاص (بمعدل ٠,٠٢ مل / كجم) فى المؤسسات التى بها إختلاط مثل الكنائس والمدارس.

٤- التطعيم Vaccination: يحضر من فيرس معامل بالفورمالين (غير نشط) ونحصل على الفيرس من Human fibroblasts أو كلى القرود. ويعطى حقناً مرة كل شـــهر مع إعطاء أو عدم إعطاء مواد تزيد من المناعة Booster بعد ٦ شهور وقد أعطت هذه المعامله مناعة ٩٩٪ تقريباً.

ج- أمراض ناتجه عن جنس Aphthovirus

فيروس الحمى القلاعيه Foot and mouth disease virus

مقدمه:

بالرغم من أن هذا الفيرس مازال يصيب الحيوانات فـــى دول الـــشرق وتركيـــا وإسرائيل وإفريقيا وأسيا وأمريكا الجنوبيه إلا أنه لاتوجد تقارير تؤكد إصابة للإنـــسان فى هذه الدول ويعلل ذلك إما أن الإنسان لم يعد يصاب بهذا المـــرض أو أن الحـــالات المرضيه فى الإنسان لم تسجل أو أن الأبقار المصابه غالباً مايقف إفراز اللبن منها.

الخواص المورفولوجيه: فيروسات حجمها ٨ – ٣٢ mu.

الخواص المزرعيه:

أمكن تنميتها على بيئات جنين الكتاكيت المزودة بالنسيج الطلائى للـــسان الأبقـــار Chick embryo cultures + bovine tongue epithelium tissue وكذا فى نـــسيج مـــخ فئران عمرها ٧ – ١٠ أيام.

المقاومه:

يقاوم الفيروس وكذا أنواع الفيروسات المسببه للحمى القلاعيه عمليـــات البـــسترة التقليديه ٧٢ °م / ١٥ ث أو ٦٢ °م /٣٠د، كما يقاوم عمليات التصنيع لمنتجات مختلفه فقد وجد فى المنتجات اللبنيه (جبن – زبد – شرش – سمن – لبن مبخـــر – كـــازين)

المصنعة من لبن ناتج من حيوان مصاب، ويمكن للفيروس أن يعيش فى إفرازات الحيوان لمدة شهرين تقريباً وبشعر الحيوان لمدة ٢ أسبوع، وفى لحم الحيوانات المصابه ٢ – ٣ يوم، ويثبط الفيرس بالمطهرات مثل الفورمالين والقلويات ويثبط كذلك بتعريض السائل المحتوى عليه لأشعة جاما ولكن تختلف الجرعة من الأشعه تبعاً للنوع السيرولوجى فله ٣ أنواع C, A, O.

مصادر العدوى:

يصيب الفيروس بكثرة الماشيه، الماعز، الخنزير ويسبب تقرحات بالفم وعلى الضرع وحول وبين الحوافر ويصل الفيرس إلى اللبن نتيجة التلوث بإفرازات هذه القروح من الضرع المصاب مباشرة، ويفرز الحيوان المصاب كميات كبيرة من هذه الفيروسات فى اللبن خلال ١ – ٦ أيام قبل ظهور الأعراض المرضيه المميزة للمرض، وينتقل المرض إلى الإنسان عن طريق تناول لبن ملوث أو عن طريق ملامسة البثرات (تقرحات) بالحيوان وكذا عن طريق التعامل مع علف الحيوان والأشياء المستخدمه فى رعايته، ويدخل الفيروس جسم الإنسان عن طريق القناه الهضميه Alimentary tract وكذا الجلد والأغشيه المخاطيه ويسود المرض فى الأطفال الذين يشربون لبن خام (غير مغلى) ناتج من حيوان مصاب.

مدة الحضانه: ٢ – ٦ أيام

أعراض المرض:

حمى – ضعف – غثيان – صداع وآلام روماتيزميه، صعوبه فى البلع وجفاف الفم ويتبع ذلك بثرات بالشفاه وداخل الفم ولكن بدرجة أشد على اليدين والقدمين، وعادة يتم شفاء إلتهاب الجلد خلال ٥ – ١٠ أيام.

التشخيص:

بحقن خنزير غانا بالفيرس تحت الجلد فى بطن القدم Foot pad يلاحظ إرتفاع الحرارة فى خلال ١– ٤ أيام بعد الحقن وظهور بثرات فى بطن القدم المصاب وفى الغشاء المخاطى المبطن للفم كما قد يجرى تفاعل Complement fixation reaction.

العلاج:

رغم حساسية الإنسان للإصابه بالفيروس وشدة العدوى إلا أن المرض ليس خطيراً ويمكن العلاج عن طريق إعطاء غذاء قليل ومعالجة القروح بمحلول نترات فضه ٤٪ مع شطف الفم بمحلول برمنجانات البوتاسيوم. ورغم وجود طعم Vaccine يحقن به الحيوان فى جرعة واحدة فى المزرعة المهدده بالمرض، فلم تبذل جهود كافيه لتطعيم الإنسان ضد هذا المرض.

الوقاية:

العنايه الصحيه بالماشيه وإعدام اللبن الناتج من الحيوانات المصابه وحماية الوجه واليدين للعمال القائمين برعاية الحيوان.

ثانياً: الأمراض الناتجه عن التلوث ببعض أفراد عائلة Flaviridae

مقدمه:

تتكون هذه العائلة من ٦٨ فيروس منها ٢٩ تسبب أمراضاً للإنسان ومن الأجناس التابعة لهذه العائلة جنس Flavivirus وهذا الجنس يتبعه عدة أنواع من الفيروسات تعرف بفيروسات إلتهاب المخ عن طريق القراد Tick - borne encephalitis viruses (TBE) ويعتبر مرض الإلتهاب السحائى من أهم الأمراض الناتجه عن العائله.

مرض إلتهاب المخ (الإلتهاب السحائى) Encephalitis

الميكروب:

ينشأ هذا المرض عن عدة أنواع من الفيروسات تعرف فى مجموعها بإسم فيروسات إلتهاب المخ عن طريق القراد وتشمل هذه المجموعه:

1- Centeral European encephalitis virus (CEEV)

2- Russian spring summer - encephalitis virus (RSSEV)

3- Powassan virus

4- Louping ñ ill virus

الخواص المورفولوجيه: حجمه ٢٠ – ٤٠ mu ويوجد ضمن نواة خلايا الدماغ.

الخواص المزرعيه: تنمو فى أغشية أجنة الكتاكيت (مزارع نسيجيه) وفى جسم الفأر الأبيض وذلك بتلقيحه.

المقاومه:

تتلف هذه الفيروسات بإنزيمات الليبيز ومذيبات الدهون والفورمالين والفينول والألدهيدات وH_2O_2 واليود والكلورين وأشعة uv، وأشعة جاما وبالمعاملة الحراريه ٦٠ °م / ٢د، ٧٢ °م / ١٠ ث. ولكن يمكن أن يبقى حياً على ٤ °م لمدة إسبوعين فى اللبن ولمدة شهرين فى الزبد والقشدة ولمدة ٧٠ يوم فى ٥٠٪ جلسرين ولمدة ٣ أيام فى الأثير والأسيتون.

مصادر العدوى:

اللبن الخام ومنتجاته وينتقل الفيرس من الحيوان إلى الإنسان عن طريق عض القراد. ومن لبن البقر والماعز الملوث بالفيرس حيث يهاجم الفيرس الدم ومنه إلى الجهاز العصبى المركزى مسبباً مايسمى بمرض السحاء الدماغى المصحوب بالشلل meningoencephalo poliomyelitis.

مدة الحضانه وأعراض المرض

تختلف بإختلاف نوع الفيرس كما فى الجدول (٣٤)

جدول (٣٤) مدة الحضانه لبعض الأمراض الفيروسيه

Centeral European encephalitis virus (CEEV)	Russian spring summer - encephalitis virus (RSSEV)	Louping ñ ill virus	Powassan virus
تتكون العدوى فى مرحلتين تتمثل أعراض المرحلة الأولى فى الحمى – آلام فى العضلات والمفاصل وتستمر حوالى أسبوع ثم حالة إسترخاء لمدة	أشد وطأة من CEEV	يشبه CEEV إلا أنه أقل وطأه. فترة الحضانه ٤ –٧ أيام تتمثل أعراض المرحلة الأولى فى أعراض تشبه أعراض الأنفلونزا تستمر لمدة	تظهر الأعراض بعد فترة حضانه ٨ أيام والأعراض تتمثل فى الحمى – الصداع – إلتهاب الحلق – الأرق – فقد الذاكرة – تشنجات – إلتهاب

Powassan virus	Louping ñ ill virus	Russian spring summer - encephalitis virus (RSSEV)	Centeral European encephalitis virus (CEEV)
المخ مع قئ وبلادة وشلل نصفى بدرجات مختلفة وقد يكون دائماً	٢-١٢ يوم ثم فترة إسترخاء ٥-٦ أيام ثم حمى ثم المرحلة الثانيه بالتهاب سحائى وتشنجات فى المخ لمدة ٤-١٠ أيام ثم الشفاء بعد فترة قصيرة ولاتحدث وفاة		أسبوع: ٨ اسابيع ثم تبدأ المرحله الثانيه فجأه بأعراض إلتهاب سحائى أو إلتهاب شديد فى المخ مع أورام وزغلله وإزدواج الرؤيه والشلل وتحدث وفاة ١ - ٥٪ من الأصابات كما تحدث أعراض عصبيه فى ٢٠٪ من الحالات التى تم شفاؤها

الوقايه:

التشخيص المبكر – وضع المرضى فى المستشفى – حماية الأشخاص من عض القراد – إبادة القراد – بسترة اللبن – معاملة الحظائر بالمواد التى تقضى على القراد – التلقيح باللقاح vaccine المحضر من زراعة الفيرس فى جنين الكتاكيت أو المزارع النسيجيه والمثبط بالمعامله بالفورمالين والحفظ بالتجفيد freezedried تحت التفريغ.

التشخيص:

تؤدى الأصابه إلى زيادة الجليكوجين ويظهر الجليكوجين فى صورة بللورات غير مميزة الشكل. وفى عمليات الأكسدة التى تتم فى الخلايا تحدث زيادة فى نشاط إنزيم Succino - dehydrogenase ويقل نشاط إنزيم Cytochrome - oxidase كما يجرى التشخيص بعزل الفيرس من الدم وإجراء إختبار التعادل على الفئران Neutralization test وتفاعل Complement fixation reaction.

ثالثاً: الأمراض الناتجه عن التلوث ببعض أفراد عائلة Caliciveridae

مرض قئ الشتاء والناتج عن مجموعة الفيروسات الكرويه الصغيرة

Small round structured viruses (SRSV) winter vomiting disease

مقدمه:

تتبع هذه المجموعه من الفيروسات جنس Calivirus وهى تسبب الإلتهابات المعويه فى الأطفال والبالغين وتضم هذه المجموعه ستة أنواع سيرولوجيه جميعها متماثلة التركيب إلا انها تختلف فى خواصها الأنتيجينيه ويطلق على هذه الأنواع أسماء ترتبط بالأماكن التى حدث فيها المرض لأول مرة ومن هذه الأنواع:

مقاطعة مونتوجومرى Montogomery country virus، وفيروس جبل الثلج Snow mountain Virus, Narwalk Touton virus (وهى بلدة فى ولايه Ohio) ويعتبر Narwalk من أهم هذه الفيروسات.

الخواص المورفولوجيه: قطرها ٣٠ – ٣٥ nm ولها تركيب سطحى مميز.

الخواص المزرعيه: لايتكاثر فى أى خلية مزرعيه Cell culture.

المقاومه:

يحتفظ بنشاطه المعدى بعد التعرض لـ pH ٢,٧ لمدة ٣ ساعات عند درجة حرارة الغرفه، كما يحتفظ بنشاطه حتى بعد المعامله بـ ٢٠٪ إثير لمدة ٢٤ ساعه على ٤ °م، وكذا بالتحضين على ٦٠ °م/٣٠ د، وكذلك المعامله بالكلورين ١مجم / لتر ولكن يتلف بالمعامله بـ ١٠ مجم / لتر كلورين وهو مقاوم للحموضه.

مصادر العدوى:

التلوث المباشر بالبراز. الأصداف عند إستخدامها فى صورة نيئة او غير تامه الطهى وتنتشر العدوى بدرجة سريعة حيث أن الجرعة المعديه لهذه الفيروسات منخفضه (١٠ – ١٠٠ خليه / جم) كما أنها مقاومه للحموضه. ويلعب اللبن ومنتجاته دوراً ثانوياً فى نقل العدوى.

مدة الحضانه: ٢٤ – ٧٢ ساعه

الأعراض: حمى خفيفة – إلتهاب القناه الهضميه وإسهال وقئ – صداع وزغلله وإلتهاب الحلق

التشخيص:

نظراً لعدم تكاثره فى الخلايا المزرعيه Cell culture أو أى نظام معملى فالتشخيص يعتمد على النواحى السيرولوجيه.

العلاج: عادة ما تكون العدوى معتدله نسبياً ولاتحتاج الدخول إلى المستشفى حيث يتم الشفاء ذاتياً فى بحر ٢٤ – ٤٨ ساعة ومعدل الإصابه ١٥- ٩٣٪.

الوقايه: الطهى الجيد للأغذيه الملوثه – الإهتمام بالنظافة الشخصيه – العنايه بالصرف الصحى ومعالجة مياه الشرب.

الفصل العاشر

مرض جنون البقر

Bovine spongiform encephalopathy (BSE)

بجانب أنواع الفيروسات الممرضه للإنسان يوجد عامل يسبب مـرض (الـدماغ الإسفنجى Spongiform encephalopathy) أو مرض جنون البقر.

ففى عام ١٩٨٥ لوحظ حدوث حالات فردية لمرض عصبى بين الأبقار فى بعض المزارع البريطانيه، وإرتفع عدد الحالات المصابه من ٣٠٠ رأس شهرياً إلـى ٨٠٠ رأس شهرياً، وتأكد المرض فى حوالى (١٥٠) ألف رأس بقـرى وأعـدمت جميـع الحالات المرضيه.

وفى نوفمبر ١٩٨٦ تم تشخيص هذا المرض معملياً، ووجد أنه يؤدى إلى تغيرات باثولوجيه فى خلايا الدماغ (مثل التغيرات التـى يـسببها مـرض سـكرابى Scrapie العصبى الذى يصيب الأغنام والماعز، ومرض سكرابى هـذا مـرض منتـشر فـى بريطانيا، وقد إنتقل إلى كثير من دول العالم فى شمال أفريقيا وأسيا والهنـد وشـمال وجنوب أمريكا نتيجة تصدير بريطانيا لأغنام مصابه بهذا المرض لتلك الـبلاد) وقـد أطلق على هذا المرض الذى يصيب البقر إسم الإعتلال الدماغى الإسـفنجى للأبقـار BSE ويعرف بمرض جنون البقر.

وقد تم وصف مرض جنون البقر لأول مرة ١٩٨٧ من الأعـراض الأكلينيكيـه والتغيرات المرضيه فى الجهاز العصبى الذى يصبح على شكل إسفنجى مـع وجـود فراغات Vacuoles فى الخلايا العصبيه عند فحصها باثولوجياً.

ورغم أن هذا المرض يصيب الحيوان وقد ينتقل إلى الإنسان نتيجة تناول لحوم الحيوانات المصابة بهذا المرض، إلا أنه لم يثبت إنتقاله عن طريق اللبن أو المنتجات اللبنية المصنعة من ألبان هذه الحيوانات المصابة. ونحن نشير إليه هنا لما دار حوله من ندوات فى الفترة الأخيرة.

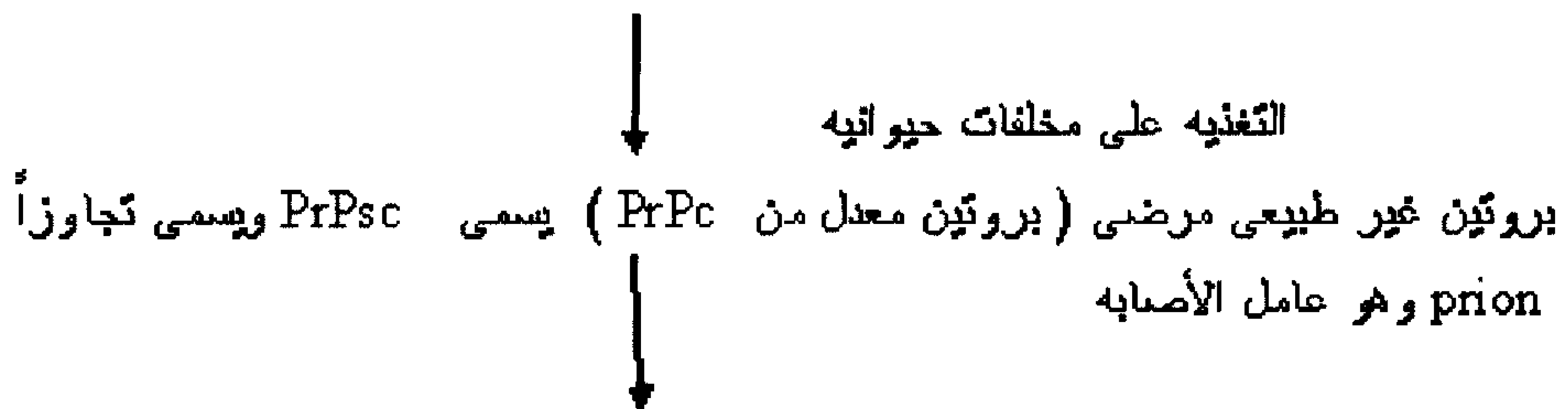
سبب المرض:

جزئ بروتينى صغير غالباً لايحتوى على حمض نووى، وهو شديد المقاومه لوسائل التعقيم الطبى المعروفه، إذ لايتأثر بمحلول فورمالين ١٠٪ ولا بالتعقيم الحرارى، ولابالأشعة فوق البنفسجيه، ولا بالإشعاع المتأين المستخدم فى التعقيم الطبى.

يتعذر تشخيصه بالإختبارات السيرولوجيه أو إختبارات الحساسيه. وقد أطلق على هذا الجزء البروتينى إسم بريون Prion. وهو ينتج من تحول بروتينات موجودة بصورة طبيعيه فى خلايا الحيوان تعرف بإسم PrPc (prion protein cells) إلى بروتينات غير طبيعيه معديه تعرف بإسم PrPsc (prion protein scrapie) يسمى تجاوزا بإسم Prion.

<u>**ميكانيكية حدوث المرض :**</u>

بروتين خلوى طبيعى يسمى PrPc يوجد مرتبطاً بأسطح الخلايا العصبيه



يتداخل عامل الأصابه prion مع المادة الوراثيه للعائل DNA لينتج العديد من نفس بروتين prion الذى يتراكم فى الجهاز العصبى المركزى خاصة المخ والمخيخ والنخاع المستطيل مسبباً أثاراً تدميريه degenerative (وليست التهابيه inflammotary) للخلايا العصبيه وتكوين فراغات سيتوبلازميه vacuoles وبذلك اصبح البريون يمثل نوعاً جديداً من مسببات الامراض المعديه يختلف عن البكتريا والفيروسات والجراثيم الاخرى

كيفيه التفرقه بين PrPc الطبيعى الموجود فى جميع خلايا الجسم والمخ وبين PrPsc المعدى لمرض جنون البقر

١- نأخذ قطعة من المخ المراد فحصه ولا يوضع عليه فورمالين.

٢- نغسلها بمنظف لتنظيفها من الدهون.

٣- توضع فى جهاز الطرد المركزى.

٤- نضع على الناتج إنزيم بروتينيز K فإذا لم يظهر أى رواسب يكون PrPc وإذا تكون راسب كان PrPsc.

طرق الإصابه بالمرض فى الحيوانات

عن طريق تناول مركزات أعلاف مصنوعه من لحوم وعظام ودم أغنام قد تكون مصابه بمرض سكرابى، وإستمرار التغذيه مدداً طويلة، وبذلك تواجه الأبقار محاولة تغيير نظامها الفسيولوجى وتحويلها من أكلة عشب إلى أكلة لحوم. فقد وجد أن عملية تدوير المخلفات الناتجة من ذبح الحيوانات أو الناتجه من الحيوانات النافقة قبل أو بعد الولادة وإستخدامها فى تصنيع أعلاف مركزة على هيئة مسحوق لحم أو لحم وعظم هى السبب الرئيسى فى إصابة الأبقار بمرض جنون البقر BSE.

فترة الحضانه: طويلة تتراوح مابين ٣ - ٥ سنوات

أعراض المرض فى البقر:

يفقد الحيوان السيطرة على الحركه، ويتخبط فى الحوائط، ويهاجم أى شئ أمامه، ويكون عند الحيوان حساسيه للصوت واللمس، ويهز الحيوان رأسه فى حركة بندوليه مستمرة، ولايستطيع حفظ توازنه، مع إرتجافات إهتزازيه قد تؤدى إلى الشلل، ويرقد الحيوان مع وجود مضاعفات دوريه وتنفسيه وتوتر عصبى، مع إخراج لسانه بحركة متكررة، ويصبح الحيوان هزيلاً لعدم إستطاعته تناول الغذاء. ونسبة النفوق فى الحيوانات المصابه والتى تظهر عليها أعراض المرض تصل إلى ١٠٠٪ فى فترة تتراوح من شهرين إلى عشرة أشهر.

التشخيص:

١- عن طريق الفحص الباثولوجى: وذلك بفحص مخ الحيوانات المصابه Histopathologically لرؤية الفراغات Vacuoles فى الخلايا العصبيه والشكل الأسفنجى Sponge form وهى علامات مميزه لهذا المرض.

٢- عن طريق الفحص بالميكروسكوب الألكترونى: حيث تشاهد ألياف Fibrils فى الخلايا العصبيه وغير موجودة فى الحاله الطبيعيه.

العلاج: لايوجد

علاقة مرض جنون البقر بالبشر

أعلن وزير الصحة الإنجليزى ستيفن دوريل فى ٢٠ مارس ١٩٩٦ أن هناك علاقة بين جنون الأبقار ونظيره فى الإنسان يطلق عليه Creutz Feldt Jacob D (CJD) مما يحتمل معه إنتقال الأصابه للإنسان إذا تناول لحوم الأبقار المصابه بالمرض.

وقد سجلت حالات هذا المرض (مرض كروتزفيلدت جاكوب) قبل ١٩٨٥ وكانت هذه الحالات متصله بتغير PrPc وظهرت هذه الحالات نتيجة إستخدام علاج دوائى إستخرج من إنسان مصاب بالمرض مثل دواء جونادوتروفين آدمى H.G.H وهرمون الغده النخاميه الأدميه H.P.G.H من آدميين مصابين.

وتم تسجيل حالات قليله عن طريق إجراء عمليات جراحيه كجراحة العيون وجراحة الأعصاب، وإستعمال مواد عضويه من جثث مصابه بالمرض. ويحدث هذا المرض فى العقد الخامس أو السادس أو السابع من العمر بين المسنين وبنسبة حالة واحدة سنوياً فى المليون، وقد يظهر المرض فى صورة حالات فرديه أو عائلية محددة.

أعراض المرض فى الإنسان

من أعراض مرض كروتزفيلدت جاكوب الإختلال العقلى Dementia مصحوبه بحركة إهتزازيه لأراديه شديدة myoclonic jerking movement وعمى نتيجة إصابة القشرة المخيه، وفقدان الذاكرة وعدم القدرة على الكلام.

طرق الوقايه من مرض جنون البقر بمصر

هذا المرض غير موجود حالياً بمصر ولكن للحماية نقترح:

١- حظر إستيراد الحيوانات الحيه واللحوم ومنتجاتها من الدول التى ظهر بها المرض فى أوروبا مثل بريطانيا وفرنسا وسويسرا وأيرلاندا وألمانيا والبرتغال.

٢- منع إستيراد المواد والأدوات التى تدخل فيها منتجات الأبقار من الدول السابق ذكرها (مثل خيوط الجراحة - أنواع الجيلى - الأيس كريم - المستحضرات الطبيه واللقاحات والمزارع النسيجيه - مستحضرات التجميل) حيث أن بعض هذه الصناعات تعتمد على منتجات حيوانيه كالجيلاتين والكولاجين والأنسجة العصبيه.

٣- تكثيف الرقابه على منافذ دخول الحيوانات الحيه المستوردة وعدم دخولها إلا بعد فحصها من قبل الجهات المعنيه.

٤- الحرص الشديد فى إستخدام الأدويه الهرمونيه الآدميه المستوردة مثل هرمون الجونادوتروفين وهرمون الغده النخاميه لإحتمال إستخراجها من آدميين مصابين بمرض كروتزفيلدت جاكوب، ويجب فحص هذه الأدويه بمعرفة وزارة الصحه للتأكد من خلوها من المرض وسلامتها.

٥- عدم إستخدام مركزات أعلاف من مسحوق اللحم والعظام والدم من البلاد الموبوءة ويفضل عدم إستخدامها بتاتاً.

٦- العودة إلى تغذية الحيوانات والدواجن والأسماك بالغذاء الطبيعى.

٧- عمل ندوات علميه للأطباء البشريين والبيطريين للتعرف بكل مايدور حول وبائيات هذا المرض.

٨- عمل ندوات لمربى الأبقار المستوردة، وأصحاب المزارع الخاصة والعاملين فيها لمراقبة حيواناتهم والإبلاغ الفورى عند ظهور أعراض مرضيه مشابهه لهذا المرض.

الفصل الحادى عشر

التلوث بالطفيليات

Parasitic contamination

توجد بعض الطفيليات وحيدة الخلية Protozoa تلعب دوراً فى إصابة الإنسان بالأمراض عن طريق الأغذيه الملوثه. والطفيليات وحيدة الخليه لايمكن تكاثرها فى الأغذيه، ولكن الطور المعدى للطفيل أو الحويصله Cyst يبقى معدياً فى الأغذيه مدة طويله وبجرعة معديه قليله جداً ومن هذه الأمراض.

١- الإلتهاب المعدى المعوى الحاد Acute gastroenteritis

الطفيل المسبب : Cryptosporidium parvum

فترة الحضانه : ٣ - ٧ أيام

الأعراض:

فى الأفراد ذى المناعة تتمثل الأعراض فى الأسهال تختلف شدته من خفيف إلى قوى وتختلف مدته من أيام إلى أكثر من شهر. أما الأفراد الذين يعانون من نقص المناعة خاصة مرض الأيدز فيكون المرض مزمن ويهدد حياتهم وأعراضه تشبه أعراض الكوليرا حيث إسهال وفقد سوائل الجسم بكميات كبيرة ٣ - ٦ لتر براز يومياً أو أكثر.

مصادر العدوى:

يعتبر اللبن غير المعامل حرارياً والملوث بالبراز أو الماء الملوث مسئولاً عن إنتشار المرض.

٢- الدوسنتاريا الأميبيه Amoebic dysentery

الطفيل المسبب: Entamoeba histolytica

والطور المعدى للطفيل يقاوم درجات الحرارة المنخفضه ويمكنه أن يعيش فى الأغذيه مرتفعة الرطوبه مثل الألبان المتخمرة ١٥ يوم على ٧ °م، ولكنه يقتل بالجفاف على حرارة أعلى من ٥٥ °م، ويموت فى الأغذيه المجمدة بعد ٢٤ ساعة على - ١٠ °م:- ١٥ °م.

مصادر العدوى:

عن طريق الفم حيث يفرز الطور المعدى مع البراز الذى يلوث الماء والخضروات والفاكهه واللبن ويغزو الغشاء المخاطى للأمعاء Intestinal amoebiasis كما يصيب أعضاء خارج الأمعاء Extraintenstinal amoebiasis مثل الكبد والمخ ويسبب خراريج.

الأعراض:

يتمثل فى

i - دوسنتاريا Dysentery تتميز بالبراز المخاطى المدمم والمغص المؤلم بالقولون.

ii - الإسهال Diarrhoea براز ذو طبيعة دمويه. نادراً وجود حرارة أو أعراض جهازيه.

٣- الإسهال الحاد أو المزمن فى الأطفال

Acute or chronic diarrhea in children

الطفيل المسبب: Giardia lamblia وهو يعيش فى الأثنى عشر والأمعاء الدقيقه للإنسان، ويمر الطور المعدى مع البراز ويلوث الماء مما يساعد على إنتشار الطفيل.

مصادر العدوى:

تحدث العدوى عن طريق الأفراد خاصه بين الأطفال عن طريق تناول أغذية ملوثة.

مدة الحضانه: ١ – ٣ أسابيع.

الأعراض: إسهال حاد أو مزمن، ويكون البراز مائياً مع ألم بالبطن وفقدان الشهيه وإنتفاخ البطن.

الوقاية من الأمراض الطفيليه:

١- الحلاب والمتعامل مع اللبن ومنتجاته: الرعاية الصحية – توقيع الكشف الطبي الدوري – حمل شهادة صحيه تفيد خلوه من الأمراض – العناية بغسل الأيدى قبل الحلابه مباشرة – إرتداء ملابس نظيفة.

٢- الحيوان: الرقابه الصحيه على الحيوان – نظافة وإزالة الشعر الموجود على الضرع وغسله وتجفيفه وربط الذيل أثناء الحلابه – التخلص من الحيوانات المصابه بالذبح.

٣- البيئة: تطهير حظائر الحيوانات – التخلص من المواد الإخراجيه للحيوانات بطرق صحيحة – التخلص من القوارض والحشرات.

٤- اللبن: إستبعاد اللبن المصاب بإلتهاب الضرع أو غير الطبيعي – منع تلوث اللبن بالمواد الملوثه – تبريد بعد الحلابه (٧,٥ °م) منع تناول اللبن الخام ومنع تلوثه بعد البسترة.

المناعة ضد الطفيليات

من المعروف أن الطفيل كائن حي يعيش على حساب كائن أخر يسمى العائل Host يستمد منه غذاءه ويسبب للعائل أضرارا بالغه. وتعتمد مقاومة العائل للطفيل على الجهاز المناعي للعائل والذى يقوم بإفراز الأجسام المضادة أو إلتهام الطور المعدى للطفيل، فعند دخول الطفيل جسم العائل فإن تركيب الطفيل الخارجي يحمل أجساماً غريبه Antigen تثير الجهاز المناعي للعائل فيفرز الجهاز المناعي أجساماً مضادة ضد الطفيل Antibodies، ولكن الطفيل قد يستطيع إتباع عدة وسائل دفاعيه لحماية نفسه من هذه الوسائل:

١- **المراوغه:** عن طريق

أ- تغير الطفيل لشكله الخرجي أو تركيبه الخارجي الذى يحمل الجسم الغريب antigen ويحدث لنفسه شكلاً أو تركيباً جديداً مما يسبب فشل الجهاز المناعي.

ب- إلتصاق الطفيل ببروتينات سائل الدم أى يتنكر فى شكل أحد مكونـــات الـــدم فيظن الجهاز المناعى أنه جزء من الدم فلايقاومه.

٢- **الإختفاء**: حيث يختبئ الطفيل فى أماكن تقل فيها الخلايا المناعية كان يوجد داخل خلايا العائل نفسه ولايوجد فى الدم إلا بصورة مؤقته. وبذلك يختبئ من إفــرازات الجهاز المناعى والتى يختصر عملها خارج خلايا الجسم (فى الدم) غالباً، كمـــا أن خلية الجسم المصاب لاتحمل على تركيبها الخارجى المستضاد (الأنتجين) الخاص بالطفيل المختبئ بداخلها ولوحدث ذلك (إحتوت خليـــة الجـــسم المـــصاب علـــى المستضاد على تركيبها الخارجى) فإن على جهاز المناعة قتل خلية الجسم ليتمكن من القضاء على الطفيل المختبئ.

٣- **تدمير الجسم المضاد**: حيث يفرز الطفيل أنواعاً من الإنزيمات القاطعة للبـــروتين (الجسم المضاد) فلا يستطيع أن يقوم الجسم المضاد بعمله.

٤- **إحباط الجهاز المناعى**: حيث يقوم الطفيل بإفراز مواد

أ- توقف نشاط البروتينات المكمله للجهاز المناعى والتى تقوم بـــدور فعـــال فـــى إعداد الأجسام المضادة وخلايا الدم البيضاء فى مقاومة الطفيل.

ب-تدفع الجهاز المناعى للعائل أن يزيد من إفراز الخلايا التائيه المثبطـــة للجهـــاز المناعى وبذلك يجعل الطفيل الجهاز المناعى يوقف نفسه بنفسه.

٥- **تعديل وظيفة الخلايا البيضاء**: حيث يقوم الطفيل بتحويل وظيفة الخليـــة المناعيـــة من خلية مقاومه إلى خلية محايدة (متفرجه) لاتقدم ولاتؤخر حيـــث تقـــوم بتبـــديل وظيفة خلايا الدم البيضاء وتغير من توزيعها بل وفاعلية سمومها.

٦- إستثارة الجهاز المناعى لإفراز أجسام مضادة غير متخصصه على الإطلاق.

٧- **مهاجمة الخلايا الإلتهاميه** Macrophage والتكاثر بـــداخلها مكونـــة مـــا يعـــرف بالحويصلة الكاذبه وعند إنفجارها تتحرر الطفيليات لعدوى خلايا أخرى.

الكشف عن طفيليات فى جسم الإنسان

يجرى ذلك بإختبار صبغ كرات الدم البيضاء بصبغة الإيوسين. والأساس فى ذلك أن عدداً قليلاً من الخلايا البيضاء فى الجسم السليم (لايزيد عن ٥٪ من مجموع الخلايا

الدمويه البيضاء) يحتوى سيتوبلازمها على حبيبات تصبغ بصبغة الإيوسين (وهى صبغة حمضيه حمراء اللون)، وعند إصابة الإنسان بالطفيليات أو أمراض الحساسيه تزيد نسبة هذه الخلايا القابلة للصبغ عن ٥٪ من مجموع الخلايا الدمويه البيضاء.

وللكشف عن وجود طفيليات بجسم الإنسان تؤخذ عينة من دم الشخص ويضاف لها صبغة الإيوسين. وتفحص تحت الميكروسكوب ويقدر عدد الخلايا التى تأثرت بالصبغة وتلونت باللون الأحمر وتنسب إلى العدد الكلى من الخلايا البيضاء فزيادتها عن ٥٪ من مجموع الخلايا البيضاء يعطى دلاله على إصابة الشخص ببعض الطفيليات شرط ألا يكون الإنسان مصاباً بأحد أمراض الحساسيه.

الفصل الثانى عشر

الفساد الميكروبى للبن ومنتجاته (عيوب اللبن الميكروبيه)

Microbial spoilage of milk and its products

مقدمة:

يتسبب عن النشاط الميكروبى باللبن ومنتجاته مجموعة من التغيرات الطبيعية والكيماويه والحسيه، وذلك نتيجة تخمر مكون أو أكثر من مكونات اللبن. والتخمرات الحادثة قد تكـون تخمرات طبيعية كتجبن اللبن بفعل بكتريا حمض اللاكتيك أو تخمرات غيـر طبيعيـة كتكون الغازات، اللزوجه، تحلل الدهن والبروتين وإعطاء خثرة حلـوه، وقـد يكـون التخمر مختلطاً مثال ذلك إنتاج الحمض والغاز متلازمين بفعل بكتريا القولون.

ولما كان اللبن يحتوى العديد من أجناس وأنـواع البكتريـا والميكروبـات فـإن التغيرات الحادثه لاتقتصر على فعل نوع أو جنس بمفرده ولكنها نتيجة ترابط وتداخل بين هذه الميكروبات أى على مدى العلاقة بين مايحتويه اللبن من ميكروبات.

العلاقة أو الترابط بين الميكروبات باللبن

Association action of microbes in milk

توجد مجموعة من العلاقات بين الميكروبات الموجودة باللبن من أهمها:

١- علاقة التكافل Synergism

وفى هذه العلاقة يتعاون نوعان من الميكروبات لإحداث تغير معين ، هذا التغيـر لايستطيع أى من النوعين أن يقوم به بمفرده ومثال ذلك:

أ- البادئ المختلط المستخدم فى صناعة الزبد والذى يتكون من *Leuconostoc spp,* *S. lactis* فميكروب *S. lactis* مسئول عن تخمر اللاكتوز وإنتاج حموضة والثانى *Leuconostoc spp* مسئول عن تحول السترات إلى مكونات النكهه ولاتستطيع *Leuconostoc spp* تخمر السترات الإ بتوافر كمية من الحمض فى البيئة ومن ذلك نرى أنه لايمكن لأى من الميكروبين عند تنميته بمفرده أن يكون مركبات النكهه فى الزبد.

ب- عيب القشدة والمعروف بإسم Yeast cream والذى يحدث بفعل الخمائر مثل *Candida sphaerica, Candida pseudotropicalis* لايحد ث إلا بعد تجبن اللبن ببكتريا *S. lactis* بعدها تنشط الخميرة لإنتاج الغاز وظهور عيب Yeast cream. ومن ذلك نرى أنه لايمكن لأى من الميكروبين أن يتسبب فى إظهار هذا العيب بمفرده.

ج- تغير أو فساد لون اللبن Production of blue dicoloration والذى يحدث ببكتريا *Pseudomonas syncyanea* لايحدث إلا فى وسط حمضى بفعل *S. lactis* مثلاً أى لايمكن لأى من الميكروبين إفساد لون اللبن بمفرده.

٢- علاقة التعاون Symbiosis metabiosis

فى هذه العلاقة يستفيد أحد الميكروبين من نمو (تمثيل) الأخر حيث تستخدم هذه النواتج كمادة غذائية للميكروب الأخر لإعطاء الناتج النهائى (أى Food chain) مثال ذلك:

أ- فى الجبن السويسرى تحول بكتريا حمض اللاكتيك اللاكتوز إلى حمض لاكتيك الذى يستخدم بدوره كطعام لبكتريا *Probionobacteria* لإنتاج حمض البروبيونيك (المسئول عن الطعم المميز لهذا الجبن).

ب-يمكن ملاحظة هذا التعاون كسلسله غذائية وذلك عند ترك عينة من اللبن الخام على حرارة الغرفة فنجد تخمر بكتريا حمض اللاكتيك السبحيه مثل *S. lactis* سكر اللاكتوز لتعطى حمض اللاكتيك يجبن اللبن، ويقف نشاط هذه البكتريا عندما تصل الحموضة ١٪ حيث تنشط بكتريا حمض اللاكتيك العصويه مثل *Lactobacillus casei* لتحول المتبقى من سكر اللاكتوز إلى

حمض لاكتيك حتى حموضة ٢٪. وتحت هذه الظروف تنمو الفطريات على السطح مثل *Geotrichum candidum* وتؤكسد حمض اللاكتيك إلى CO_2, H_2O ونظراً لإنخفاض الحموضة تنمو البكتريا المتجرثمه Spore formers المحلله للبروتين مثل *Bacillus spp* وتهدم الكازين كما قد تنمو بالتالى بعض البكتريا المحلله للدهن. ولذا من المتوقع نظرياً أن تكون حصيلة هذا التحلل: الماء ومواد غير عضويه مثل CO_2 , H_2S , NH_3.

٣- التضاد Antagonism : Antibiosis

حيث يؤدى نمو أحد الميكروبين تثبيط نمو الميكروب الأخر وذلك نتيجة إما تغيير ظروف البيئة كتغير رقم الـ pH فإنخفاض pH البيئة يثبط نمو الميكروبات المحلله للبروتين Spore formers، وقد يكون التضاد نتيجة تكوين مادة سامه من أحد الميكروبات الأخرى مثل تكوين مادة النايسين بواسطة بعض سلالات بكتريا *S. lactis* ومادة الريبوكوكسين بواسطة بكتريا *S. cremoris*.

كما قد يحدث عند محاولة تجديد البادئ فى لبن معاد تركيبه Reconstituted من لبن مجفف ناتج من لبن عالى التلوث حيث لاينشط البادئ إذ أن التلوث الشديد للبن قبل تجفيفه قد يصحبه تكون مواد مثبطة لبكتريا البادئ لاتتأثر بالحرارة.

٤- المنفعة من جهة واحدة Commensalism

ومن أمثلة ذلك العلاقة بين البكتريا الهوائيه والكتريا اللاهوائيه فعند وجودهما معاً فى اللبن تنمو البكتريا الهوائيه فتستهلك الأكسجين مما يوفر الظروف لنمو البكتريا اللاهوائيه وهنا إستفادة الأخيرة (اللاهوائيه) دون أن تفيد الأولى (الهوائيه) بشئ.

أنواع الفساد الميكروبى للبن ومنجاته (العيوب الميكروبيه للبن ومنتجاته)

The various types of microbiological spoilage of milk and milk products

أولاً : الفساد الميكروبى للبن الخام

يتعرض اللبن الخام عند حلابته وبعدها إلى التلوث بالعديد من الميكروبات وذلك من مصادر مختلفة. ويتوقف مدى نشاط هذه الميكروبات باللبن على درجة الحرارة

التي يحفظ عليها هذا اللبن. فعند الحفظ على درجة حرارة الغرفة تنمو بكتريا حمض اللاكتيك *Lactic streptococci* والتي منها *S. lactis*، *S. cremoris* لتعطي تخمراً متجانساً أساسه حمض اللاكتيك وقليلاً من حمض الخليك وثاني أكسيد الكربون ومنتجات متطايرة، وفي نفس الوقت تنمو مجموعة أخرى من البكتريا التي تعطي تخمراً مختلطاً ومن أمثلة هذه البكتريا مجموعة Escherichia , Enterobacter مثل:

Esherichia coli , Enterobacter aerogenes

وبكتريا أخرى مثل *S. liquefaciens, B. coagulans* وتعطي هذه الميكروبات نتيجة نشاطها بعض حمض اللاكتيك وكميه كبيرة من المواد الطيارة (غازات) مثل CO_2, H_2 وكذا الكحول وأحماض الخليك والفورميك وغيرها. ونتيجة هذا النشاط البكتيرى وإنتاج الحموضة يتكون خثرة وطعم حمضى تختلف طبيعة كل منها بإختلاف المجموعة البكتيريه، فهي خثرة ناعمة ذات طعم حمضى نظيف في حالة التخمر المتجانس، أما في حالة التخمر غير المتجانس فالخثرة المتكونه خثرة غازيه ذات طعم غير مرغوب وعند حموضة (٠,٨ – ١٪) يقف نشاط معظم البكتريا Lactic streptococci لتنشط مجموعة Lactobacilli لتكسب اللبن حموضة أعلى مع حدوث تشرش واضح (٢ – ٣٪ حموضة) ويشجع المستوى المرتفع من الحموضة نمو الفطريات والخمائر على السطح ومن أمثلتها الفطريات من أجناس: Odium, Penicillum, Aspergillus, Mucor.

ومن الخمائر *Torula lactis condensi ,T. cremoris , T. spherica* وتستهلك الفطريات والخمائر الحمض المتكون وتخفض نسبته نتيجة أكسدته. وبإنخفاض الحموضة يصبح اللبن متعادلاً أو قلوياً ملائماً لنشاط البكتريا المحلله للبروتين Peptonizing organisms مثل بعض الأنواع التابعة لأجناس Clostridum, Bacillus وذلك بالإشتراك مع الفطريات والخمائر مما يؤدى إلى إعطاء لبناً سائلاً رائقاً ذو رائحة كريهه (عفن) وطعم مر غير صالح للإستهلاك الآدمي.

ونتناول فيما يلي أهم انواع الفساد والعيوب الميكروبيه باللبن والتي منها:

١- التجبن الحمضى
٢- إنتاج الغز
٣- اللزوجه
٤- التحلل البروتينى
٥- التحلل الدهنى
٦- القشدة المكسرة
٧- النكهات غير المرغوبه
٨- تغيرات اللون

١- التجبن الحمضى (إنتاج حمض اللاكتيك) Natural souring / curdling

تتراوح حموضة اللبن الطازج الطبيعية من ٠,١٤ - ٠,١٩٪ مقدرة كحمض اللاكتيك ويظهر الطعم الحمضى للبن عند حموضة ٠,٢٠ - ٠,٢٥٪ ويتجبن اللبن عادة عند حموضة ٠,٥ - ٠,٦٥٪.

ويتجبن بالغلى Clot- on boiling عند حموضة ٠,٣٠ - ٠,٤٥٪.

الميكروبات المسببه Causative organisms

١- بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria

أ- مجموعة Lactic streptococci: وتشمل هذه المجموعة *S. lactis, S. cremoris* وهذه تنتج حمض اللاكتيك على درجة حرارة الغرفة وتثبط عند حموضة ١٪.

ب- مجموعة Lactobacilli: وتشمل *L. casei* وتنتج حمض اللاكتيك على حرارة الغرفة ومنها أيضاً *L. bulgaricus, L. acidophilus* وتنتج حمض اللاكتيك على حرارة ٤٠ °م وتستمر بكتريا اللاكتوباسلاى فى إنتاج حمض اللاكتيك حتى ٢٪ حيث يقف نشاطها.

ج- مجموعة Leuconostocs: وتضم *Leuco . citrovorum , Leuco. dextranicum* وهذه المجموعة مسئولة عن إنتاج الطعم مع إنتاج حموضة قليلة.

٢- Other streptococci:

أ- *S. thermophilus*: تنتج حمض اللاكتيك على حوالى ٤٥ °م ويمكن لها مقاومة البسترة.

ب- *S. liquefaciens*: ينتج حمض اللاكتيك على حوالى ٣٧ °م وتجبن اللبن بسرعة والذى يعقبه تحلل البروتين ونتيجة تحلل البروتين بعد تجبنه فهذا يؤدى إلى إنكماش الخثرة وإنفصال الشرش.

٣- Bacillus coagulans:

جراثيم هوائيه منتجة لحمض اللاكتيك Lactic acid producing aerobic spore تختلف عن معظم بكتريا حمض اللاكتيك فهى تقاوم العمليات الحراريه المستخدمة فى الصناعات اللبنيه ويمكنها التكاثر وإنتاج حمض اللاكتيك على حرارة ٣٧ - ٥٥ °م.

٤- الكوليفورم Coliforms:

وهذه تتضمن *Enterobacter aerogenes, E. coli* وهذه تنتج كل من الحمض والغاز على ٣٧ °م والخثرة المتكونه ضعيفة منكمشه.

ويلاحظ أن الخثـــرة المتكونـــه بفعـــل *Lactic streptococci*، *S. thermophilus*، *Lactobacilli* خثرة ناعمة ذات طعم حمضى نظيف (لذا تستخدم هذه الميكروبات فـــى صناعة الألبان المتخمرة).

أما بكتريا *B. coagulans, S. liquefaciens* والكوليفورم فتعطـــى خثـــرة (تجبنـــاً) مصحوباً بطعوم غير مرغوبة نتيجة إنطلاق مركبات طيارة من اللاكتوز وبروتينـــات اللبن. وعملياً وتحت الظروف الطبيعية فإن اللبن الخام يحتوى خليطاً من الميكروبـــات المنتجة لحمض اللاكتيك وعليه سوف يختلف نوع التجبن الحادث بإختلاف الميكـــروب المسبب له.

مصدر الميكروبات المسببه للتجبن الحمضى

من مصادر تلوث اللبن فى المزرعة بهذه الميكروبات كل من الأوانـــى والأدوات والمعدات، العليقة - البراز والبيئة.

أهمية (خطورة) الحموضة / التخثر Significance of souring / curdling

تكون الحموضة والتجبن من أكثر أنواع الفساد الذى يحدث بـــاللبن خاصـــة فـــى الظروف الحارة عند عدم حفظ اللبن بالتبريد. إذ أن إرتفاع حموضة اللبن يجعل اللـــبن غير مناسب لتصنيع اللبن السائل إلى منتجات لبنيه. وهذا السبب فى رفض اللبن الذى يعطى إختبار تجبن بالغلى موجب، كما أن إرتفاع حموضة اللـــبن قـــد يـــدفع بعـــض المنتجين إلى معادلة الحموضة بالصودا حتى لايرفض هذا اللبن، ولكن هذا عمل غير مرغوب من الناحية الصحيه.

وهنا يجب أن نشير إلى أن التحكم فى إنتاج الحموضة والتجبن بإضـــافة بكتريـــا حمض اللاكتيك له أهميته فى صناعة العديد من المنتجات اللبنيه المتخمرة.

الإحتياطات Control measures

يجب إنتاج اللبن تحت ظروف صحية لتقليل التلوث بالميكروبات المنتجة للحموضة مع تبريد اللبن بمجرد حلابته وتقليل فرصة تعرض اللبن لحرارة الجو العادى فى الفترة مابين إنتاجه وحتى التصنيع مع العناية بنظافة وتعقيم الأوانى والمعدات المستخدمه فى الإنتاج والنقل. والإهتمام ببسترة اللبن بعد تبريده.

ملاحظات:

١- من علامات تكون الحموضة باللبن ظهور طعم حمضى ثم تخثره ليعطى مظهراً هلامياً متماسكاً أو غير متماسك مع ظهور الشرش.

٢- فى اللبن الذى يحفظ على درجة حرارة منخفضة (قريبة من التجمد) ينتج فيه حموضة قليلة ولكنه فى هذه الحالة يحتمل حدوث التحلل البروتينى بواسطة البكتريا المحبه لدرجات الحرارة المنخفضه.

٣- تقتل البسترة معظم البكتريا المنتجة للحمض ولكنها لاتقضى على بكتريا حمض اللاكتيك المقاومه للحرارة مثل *Enterococci , Lactobacilli , S. thermophilus* والتى بدورها تسبب التخمر اللاكتيكى إذا كانت درجة الحرارة عاليه.

٢- إنتاج الغاز Gass production

تنتج بعض الكائنات الدقيقة فى المنتجات اللبنيه السائلة كاللبن والقشدة غازات خاصة CO_2 وتسبب عيباً يطلق عليه Gassiness. وقد يكون تكون الغاز مصحوباً بإنتاج الحمض كما هو الحال فى القشدة المتخمرة Sour - cream أو اللبن الغنى بالدهن، وفى هذه الحالة تتكون رغوه على السطح العلوى للبن أو القشدة وذلك نتيجة خروج الغاز من الخثرة وتركيز الغاز على السطح ويطلق على هذا العيب Frothiness (تكون رغوه) وهذا العيب يكون نتيجة لنشاط البكتريا المنتجة للحمض ونشاط الخمائر فى إنتاج الغاز. وفى بعض الحالات يلاحظ ظهور فقاعات غازيه مابين الكازين المتخمر أو ظهور غاز بسرعة فائقه ويطلق على هذه الحالة (الإختمار العاصف) للبن أو القشدة وعادة ما تكون القشدة الغازيه مصحوبه برائحة الخميرة وتسمى Yeast cream وفى المنتجات اللبنيه المعلبه فإن إنتاج الغاز بها يسبب إنتفاخ العلب ويسمى العيب بإنتفاخ العلب Blowing of cans.

الميكروبات المسببه Causative organisms

i – الخمائر المخمرة للاكتوز Lactose fermenting yeasts

وغالباً لاتتواجد هذه الخمائر فى اللبن، وإذا ما وجدت تكون بإعداد قليلة لايمكنها التعايش جيداً مع البكتريا الأخرى. ولما كانت هذه الخمائر متحملة للحموضة acid tolerant لذا فيمكنها النمو تحت الظروف الحمضيه فى القشدة المتخمرة. وأفضل حرارة لنمو هذه الخمائر ٣٧ °م أو أقل وتنتج CO_2 وكميات صغيرة من كحول الإيثايل.

ii – الكوليفورم Coliforms (Esherichia ñ Enterobacter group)

ومن أمثلتها *E. coli, Enterobacter aerogenes* وتعتبر هذه المجموعة من الميكروبات هى السبب الرئيسى فى تكوين الغازات فى درجة الحرارة الإعتياديه (١٠ – ٣٧ °م) نظراً لقدرتها على التعايش مع البكتريا المنتجة للحموضة. وهذه المجموعة تخمر اللاكتوز فى اللبن والقشدة إلى غاز وحمض والغاز المتكون عبارة عن خليط من CO_2, H_2 غالباً ويتسرب الغاز عادة قبل حدوث تجبن للكازين (الذى يحتاج مدة أطول لحدوثه) لذا لاتتكون رغوة Frothiness عكس ما يحدث فى التخمر بفعل الخمائر yeast fermentation.

iii – البكتريا اللاهوائيه المتجرثمه Anaerobic sporeforming bacteria

ومنها أنواع تابعة لجنس *Clostridium spp* مثل

Cl. sporogenes, Cl. pasteurianum, Cl. butyricum وهذه المجموعة من البكتريا قليلة باللبن الخام أو القشدة إذ لايمكنها منافسة الميكروبات المنتجة للحمض ولكن تنمو جيداً إذا تم القضاء على هذه الميكروبات بالحرارة وكانت ظروف المنتج اللبنى ظروف لاهوائيه كما هو الحال فى المنتجات اللبنيه المعلبه مثل الجبن المطبوخ واللبن المكثف وتنمو لتعطى الغاز فقط.

مصدر الميكروبات المكونه للغازات Sources

تصل هذه الميكروبات إلى اللبن ومنتجاته من التربه والسماد والعليقة والمعدات وغالباً ما تكون الكوليفورم مصاحبة للتلوث بالبراز.

أهميتها فى اللبن ومنتجاته Significance in dairy products

لتكون الغازات أهميتها فى صناعة الجبن السويسرى حيث يتم التحكم فى إنتاجها لإعطاء القوام المرغوب بتكون العيون Eye fermentation ولايعتبر تكون الغاز عيباً فى جبن تشدر بفعل بكتريا Leuconostocs ولكن يعتبر عيباً تكون الغاز بفعل الكوليفورم لأنه يكون مصحوباً بطعوم غير مرغوبه وتكون هذه الطعوم فى اللبن أو القشدة قد ينتقل إلى المنتج النهائى كالجبن والزبد.

كما يؤدى تكون الغازات فى المنتجات اللبنيه المعلبه مثل الجبن المطبوخ يؤدى إلى الإنتفاخ المبكر أو المتأخر، ويرجع الإنتفاخ المبكر (يظهر خلال ٢ – ٣ شهور الأولى من التخزين) إلى بكتريا الكوليفورم التى يمكنها تحمل المتبقى من O_2 الموجود بالعلب، بينما الأنتفاخ المتأخر سببه بكتريا *Clostridia* وهى لاهوائيه حتماً.

الوقاية والتحكم control measures

تجنب تلوث اللبن والقشدة، العناية بنظافة الحيوان بعد تناول العليقة وقبل الحلابه مع إزالة الروث أولاً بأول وتجنب سقوط القاذورات باللبن مع العناية بتنظيف الأوانى، وتقليل فرصة تعرض اللبن لدرجة حرارة الجو العادى، ومعاملة اللبن حرارياً بدرجة كافية لقتل الميكروبات المكونه للغازات مثل الكوليفورم.

٣- اللزوجة (المخاطيه) Sliminess (Ropiness)

وهى من الحالات غير الطبيعية التى تحدث فى اللبن أو القشدة وأحياناً فى الشرش، وتعرف هذه الحالة عندما يسكب اللبن من الوعاء حيث يكون على شكل خيوط مختلفة الطول والحجم وقد يكون القوام فى صورة كتل لزجه عجينيه Doughy وأحياناً يكون التغير طفيفاً يصعب التمييز بينه وبين لزوجة القشدة مرتفعة الدهن.

وتعزى اللزوجة لعوامل ميكروبيه وأخرى غير ميكروبيه. وما يهمنا هنا هى اللزوجة الناتجة عن العوامل الميكروبية (اللزوجة البكتيرية).

البكتريا المكونه للزوجة: Causative organisms

فيما يلى المجموعة الرئيسيه للبكتريا المكونه للزوجه:

١- العصويات السالبه لجرام gram ñ negative rods: وهى لاتكون غازات وتكون فقط حموضة خفيفة ومن الأنواع المكونه للزوجة والتابعة لهذه المجموعه

Alcaligenes viscolactis, Achromobacter lacticum, Flavobacterium tremelloides

٢- coli ñ aerogenes group: رغم أنها تنتج غازاً إلا أنه بصورة غير واضحة فى اللبن اللزج ومن الأنواع التابعة لهذه المجموعة

Enterobacter aerogenes, Enter. cloacae, Citrobacter freundii, Serratia marcescens

٣- البكتريا المتجرثمه الهوائيه Aerobic sporeformers بعض أنواع من جنس Bacillus مثل *B. subtilis, B. circulans*

٤- بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria: مثل *S. lactis var. hollandicus* وهذه قد تكون لزوجة يمكن ملاحظتها قبل إنتاج كميات ملموسة من الحموضة، *L. bulgaricus* وهى تكون سلاسل طويله من الخلايا فى صورة خيوط، L. casii وهى تكون كبسولات. ويذكر البعض أن اللزوجة قد تنتج نتيجة التعاون بين ميكروبين أحدهما عادة *S. lactis*.

٥- Micrococci: بعض البكتريا التابعة لهذه المجموعة مثل *M. pituitopanis, M. freudenreichii, M. viscosus* من الممكن أن تسبب لزوجة، وبعضها يحلل اللبن ولكن تسبب لزوجة ملحوظة قبل تحلل الكازين:

وهناك نوعان رئيسيان من اللزوجة المتكونه بفعل البكتريا فى اللبن:

أ- لزوجة ظاهرة فى الجزء العلوى من اللبن (لزوجة سطحيه): وهذه تنتج عموماً عن بكتريا *Alcaligenes viscosus* والتى مصدرها الماء والتربه وتنمو جيداً فى درجة حرارة ١٠ °م. كما تنتج عن بعض أنواع البكتريا المكورة المتحملة للحرارة المرتفعة مثل *Micrococcus freudenreichii*.

ب- لزوجة منتشرة فى اللبن بصورة متجانسه (فى جميع أجزاء اللبن): وهذه تنتج عن بعض سلالات بكتريا القولون مثل *Aerobacter aerogenes, A. cloacae*، ونادراً مايكون السبب جنس Esherichia كما أن هناك سلالات معينه من بكتريا حمض اللاكتيك مثل *S. lactis var. hollandicus* تسبب لزوجة اللبن (لزوجة متجانسه) وتستعمل فى صناعة اللبن الإسكندنافى المتخمر.

ميكانيكية تكون اللزوجة البكتيريه Mechanism of ropiness

من المواد المسئولة عن تكون اللزوجة البكتيريه:

أ- الصموغ الحقيقيه true gums أو المواد المشابهه للصمغ gum like substances مثل السكريات العديدة polysaccharides

ومصدر هذه الصموغ هو تخمر اللاكتوز ببكتريا *S. lactis var. hollandicus* وأنواع من Streptococci , Leuconostoc , Lactobacilli

ب-المواد المخاطية mucins: وهى مواد نيتروجينيه (بروتينات) مرتبطة بأخرى كربوهيدراتيه تنتج بفعل البكتريا الببتونيه peptonizing bacteria مثل

Micrococci, gram- negative bacteria aerobic spore formers,

ويذكر البعض أن بكتريا *A. viscosus, M. cremoriviscose* تكون اللزوجة فقط فى وجود الألبيومين كما أن *A. viscosus* مسئولة عن إنتاج مواد كبسولية (حافظة) وهى عبارة عن سكريات عديدة. وغالباً لاتحدث اللزوجة البكتيريه باللبن إلا بعد مرور مالايقل عن ٦ ساعات من الحلابه، ويساعد فى ذلك درجة الحرارة المنخفضة، كما أن البسترة الجيدة تمنع تكون اللزوجة البكتيريه.

مصدر الميكروبات المسببه للزوجة sources of caustive organisms

توجد هذه الميكروبات عادة فى الماء الراكد والمياه السطحية والأغذيه (عليقة) والتربه والأوانى غير النظيفة.

ويبين الجدول التالى (٣٥) المجموعات الشائعة من البكتريا المكونه للزوجة ونسبتها من المصادر المختلفه.

جدول (٣٥) المجموعات الشائعة من البكتريا المكونه للزوجة ونسبتها من المصادر المختلفه.

المجموعة البكتيريه	٪ للسلالات المكونه للزوجة من		
	معدات اللبن	المزرعة والمياه	النباتات (العليقة) vegetation
gram ñ negative rods	٢٩,٩	٢٢,٢	٣٨,٠
coli ñ aerogenes group	٥٧,١	٦٦,٧	٤١,٤
Brevibacterium spp	صفر	صفر	٣,٤
Micrococcus spp	٦,٥	٤,٤	١٠,٣
Bacillus spp	٦,٥	٦,٧	٦,٩
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠

أهمية اللزوجة البكتيريه فى اللبن:

تؤثر اللزوجة البكتيريه فى اللبن والقشدة على قابلية المستهلك للمنتج. ورغم أنها تحدث فى اللبن والقشدة الخام إلا أنها قد تحدث أيضاً فى المنتجات المبسترة. ويرجع ذلك لتلوثها بعد البسترة من معدات المصنع خاصة تلك التى يصعب تعقيمها بدرجة مناسبه. وتلاحظ اللزوجة فى اللبن الخام والملوث بميكروبات اللزوجة خاصة عند حفظه على درجة حرارة منخفضة حوالى ١٠ °م أو أقل (٣ – ٧ °م). ويلاحظ أن البكتريا المسببه للزوجة اللبن لاتوجد فى اللبن المحلوب تحت ظروف صحيه جيدة aseptically ولكن تأتى من التلوث الخارجى.

ورغم ما للزوجة البكتيريه من عيوب، إلا أنه تستخدم بعض البكتريا المكونه للزوجة وذلك فى صناعة بعض الألبان المتخمرة.

الوقاية والتحكم control measures

نظراً لأن البكتريا المسببه للزوجة باللبن مصدرها الماء وروث الحيوانات والأدوات وعلف الحيوانات، لذلك فإن منع تلوث اللبن بها يؤدى لعدم حدوث اللزوجة. كما تفيد البسترة الجيدة للبن فى قتل معظم البكتريا المسببه للزوجه.

٤– التحلل البروتينى protealysis

هى عملية يحدث فيها تحلل معقد البروتين إلى مواد ذائبه فى الماء بفعل الميكروبات وإنزيماتها

بروتينات ← بروتيوزات ← ببتونات ← ببتيدات عديدة ← ببتيدات ← أحماض أمينيه

وقد تكسب بعض هذه النواتج اللبن رائحة العفن والطعم المر نتيجة إنتاج بعض الببتيدات.

ومن أنواع التحلل البروتينى:

١–التحلل البروتينى البطئ: ويتم ذلك بواسطة الإنزيمات الداخلية للبكتريا بعد تحللها، وليس لهذا النوع من التحلل أهمية فى فساد اللبن فى الظروف العادية ولكن تبدو أهميته عند طول مدة حفظ اللبن. ولهذا النوع من التحلل أهمية فى تسوية الجبن.

٢-التحلل البروتينى الحمضى: وفيه يحدث إنتاج الحمض مع التحلل البروتينى فى وقت واحد ويحدث هذا النوع من التحلل ببكتريا حمض اللاكتيك المحلله للبروتين، والتى منها بعض أنواع البكتريا المكورة والسبحية وبعض من البكتريا المعوية مثل بعض أنواع من أجناس Enterococci , Streptococci. وعادة لاتقضى البسترة على جراثيم هذه الأنواع. ويؤدى هذا النوع من التحلل إلى تخثر اللبن وإنكماش الخثرة المنفصلة، وخروج كمية من الشرش يتبعه هضم الخثرة وتحللها وإنفصالها على هيئة رقائق غير مرئيه فى كمية كبيرة من الشرش، وقد تذوب الخثرة كلية.

٣-التحلل البروتينى مع قليل من الحموضة (التخثر الحلو) sweet curdling.

ويحدث عادة بفعل البكتريا غير المحلله للاكتوز. وهو شائع فى اللبن المعامل حرارياً وكذا القشدة (بسترة وتعقيم) لإبادة الميكروبات المنتجة للحموضه وسيادة الميكروبات المقاومه للحرارة والمسببه للتجبن الحلو، وقد يحدث أحياناً فى اللبن الخام المحفوظ على درجة حرارة منخفضة، وفى الحالات الشديدة يصبح اللبن فى الوعاء كتلة واحدة كما لو كان محمضاً رغم عدم تكون حموضة (لذا يسمى تجبناً حلواً) ويظهر هذا التجبن فى طبقة القشدة فى قمة اللبن فى المراحل الأولى، إذ أن معظم الميكروبات المكونه له تتطلب الهواء لنموها، كما ترسب طبقة رقيقه من الخثرة فى قاع الإناء إلا أنها قليلة قد لايلاحظها المستهلك.

ويرجع العيب لإنتاج إنزيم خارجى يشبه الرنين بفعل البكتريا خاصة البكتريا المتجرثمه الهوائيه، يتسبب هذا الأنزيم فى ترسيب الكازين فى صورة قطع صغيرة من الخثرة، ويزداد نشاط هذا الأنزيم فى الحرارة العالية فقد تتجبن القشدة أحياناً أثناء بسترتها رغم أن حموضتها طبيعية، وقد تتكون حموضة بالعينة إذا حفظت الخثرة لمدة طويلة بعد ظهور العيب (التجبن الحلو). وغالباً مايصاحب التجبن الحلو طعماً مراً كما ينطلق حمض السياليك مع التجبن وتكون pH الخثرة الحلوة ٦,٢ - ٦,٦ وعند إستخدام هذا اللبن أو القشدة مع المشروبات الساخنه مثل القهوة أو الشاى تتكون قطع متجبنه تشبه الريش ويطلق علي الظاهرة ظاهرة التريش feathering.

الميكروبات المسئولة عن التجبن الحلو

i – الميكروبات الهوائيه المكونه للجراثيم: Aerobic spore forming organisms

ومن أمثلتها *Bacillus cereus, B. mycoides, B. subtilis* وهى مقاومة للحرارة وتسبب التجبن الحلو فى اللبن المبستر والقشدة المحفوظين على حرارة عالية، *B. allolactis* وهى محبه للحرارة وتسبب التجبن الحلو فى اللبن السابق غليه. فعند إبادة الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك بفعل المعاملات الحراريه تهاجم هذه البكتريا (Bacillus) البروتين بواسطة إنزيم يشبه الرنين مما يؤدى إلى تجبنه، وتتميز الخثرة بالطراوة وسهولة التحلل ويكون لون الشرش اصفر يميل للقلويه.

ii – الميكروبات الهوائيه غير المكونه للجراثيم Aerobic non spore forming organisms:

وتضم بعض أنواع من أجناس Pseudomonas, Micrococcus, Alcaligenes, Proteus, Serratia وهى ميكروبات محبة للبرودة Psychrotrophic، تنمو على حرارة الثلاجة (٤ – ٧ °م) حيث لاتستطيع الميكروبات المنتجة للحموضة أن تنمو على هذه الدرجة، ولبعض هذه الميكروبات القدرة على إنتاج إنزيمات proteases مقاومة للحرارة تعمل على تجبن لبن UHT خاصة عند حفظة على حرارة منخفضة.

iii – الكرويات coccus formes:

وهى تضم أنواعاً مقاومة للحرارة مثل *Str. Faecalis var. liquefaciens* وتعتبر هذه البكتريا من المسببات الرئيسيه للتجبن الحلو. ففى البداية يتخثر اللبن بواسطة الإنزيم المشابه للمنفحة وبعد ذلك ينتج الحمض متأخراً ويتحلل الكازين. وقد وجد أن هذا الميكروب يسبب التجبن الحلو والطعم المر فى اللبن الخام والمبستر الذى يحفظ على درجة حرارة منخفضة.

Iv – الفطر والخمائر: لها تأثير طفيف وبطئ فى تحلل البروتين.

ملحوظة:

الميكروبات غير الهوائيه المكونه للجراثيم Anaerobic spore forming organisms مثل Clostridium تحلل البروتين تحت ظروف لاهوائيه، وتنتج مركبات ذات

رائحة كريهه مثل SO_2 والمركبتان mercaptans والأندول والأحماض الدهنية والأمينات. حيث تنمو هذه الميكروبات عندما تباد الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك نتيجة للظروف اللاهوائيه.

ومن العوامل المؤثرة على التجبن الحلو: Factors affecting sweet curdling

i – الحرارة العالية High temperature: يحدث هذا العيب فى لبن الصيف بدرجة أكبر من لبن الشتاء لإحتواء الأول على كمية أكبر من الجراثيم والتى تنبت على الحرارة العالية. فقد لوحظ أن B. mycoides تنمو أسرع وتنتج كمية أكبر من الأنزيم المشابهه للرنين فى الحرارة المرتفعة كما أن نشاط الإنزيم المشابه للرنين يزداد بإرتفاع الحرارة.

ii – عمر اللبن Age of milk: يظهر العيب بعد أكثر من ٢٤ ساعة بحفظه على الحرارة العادية وبعد ٣٦ – ٤٨ ساعة بحفظه على ٧٠° ف (حوالى ٢٠ °م).

iii – البسترة Pasteurization: لوحظ ان اللبن المبستر أكثر عرضة للتجبن الحلو من اللبن الخام، ويفسر ذلك بأن البسترة تقضى على الأنواع الحساسة للحرارة وبذا تسود البكتريا المقاومة للحرارة والأخيرة معظمها محلل للبروتين وتسبب التجبن الحلو، وقد تسبب روائح غير مرغوبة taint لذلك فإن التجبن الحلو لايمكن تقليله بالبسترة كالعيوب الأخرى بل بالعكس فإن التسخين يزيد من فرصة حدوثه.

التحكم فى التجبن الحلو control / preventive measures

يجب إتباع التالى لمنع أو الحد من عيب التجبن الحلو:

i – تجنب التلوث: وذلك عن طريق عدم توزيع العليقة أو تغيير الفرشة قبل الحلابه مباشرة. مع العناية بتنظيف وتعقيم الأدوات والمعدات.

ii – التحكم الحرارى Temperature control: بتبريد اللبن بالمزرعة بمجرد حلابته وحفظه بارداً لتقليل العيب، ولكن قد تسمح هذه الخطوة بنمو البكتريا المحبه للبرودة. وفى عملية البسترة قد يفضل خفض حرارة البسترة قليلاً لتسمح للأنواع المكونه للحموضة للنمو مما يثبط البكتريا المكونه للخثرة الحلوة.

iii – إضافة ميكروبات مثبطة Addition of inhibitory organisms: لنشاط الميكروبات المسببه للتجبن الحلو ومن هذه الميكروبات البكتريا المكونه للحموضة Lactic streptococci فإنها تثبط نمو *B. mycoides*.

٥- التحلل الدهنى Lipolysis (التغيرات فى دهن اللبن)

يتعرض دهن اللبن لعديد من التغيرات ينتج عنها أحياناً طعوم غير مرغوبه خاصة فى المنتجات اللبنية الغنيه بالدهن (قشدة - زبدة) مما يقلل من القيمة التسويقية لهذه المنتجات. وتشمل التغيرات التى تحدث فى دهن اللبن:

١- تحلل مائى لدهن اللبن lipolysis وذلك بفعل إنزيمات الليبيز وينتج عن هذا التحلل أحماض دهنية بعضها قصير السلسلة مثل البيوتريك والكابرويك وهى مسئولة عن الطعم غير المرغوب والمعروف بالتزنخ rancidity.

٢- أكسدة ذاتية auto oxidation.

٣- تزنخ كيتونى ketonic (بفعل بعض الفطريات) نتيجة أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة. ينتج عنه ألدهيدات وكيتونات تعطى المنتجات اللبنية خاصة الدهنية نكهه زنخة، ومما يساعد حدوث هذه الأكسدة تعرض اللبن ومنتجاته للمعادن وضوء الشمس ووجود الميكروبات المؤكسدة.

أسباب التحلل الدهنى Causes of lipolysis

تحدث التغيرات فى دهن اللبن نتيجة لعوامل متعددة منها عوامل ميكانيكية وطبيعية وأخرى ميكروبيه وإنزيميه وتعتبر العوامل الميكروبيه والأنزيميه أكثر أهمية ومنها:

١- إنزيم الليبيز باللبن ومنتجاته: Intrinsic lipase ورغم وجود هذا الأنزيم بكميات كافية لإحداث تزنخ اللبن إلا أن وجود الأغشية حول حبيبات الدهن تحمى الجلسريدات الثلاثية من هذا الإنزيم، كما قد يقل نشاط هذا الإنزيم نتيجة إرتباطه أو تجمعه مع ميسيلات الكازين بجانب إحتمال وجود مواد مثبطة لنشاطه. كل هذه العوامل تقلل من فرصة حدوث أو عدم حدوث التحلل المائى لدهن اللبن فى الألبان الطبيعية.

٢- الميكروبات المحلله للدهن وإنزيماتها Lipolytic microorganisms or their enzymes: حيث تنتج البكتريا المحبة للبرودة بعض إنزيمات الليبيز المقاومة للحرارة فى اللبن أو القشدة المحفوظة على درجة حرارة منخفضة. وهذه

الإنزيمات تقاوم حرارة البسترة HTST وكذا التعقيم UHT وتسبب تحلل دهن اللبن فى المنتجات المعاملة بالحرارة، والمحفوظة على درجة حرارة منخفضة. كما أن لهذه البكتريا القدرة على إنتاج Phospholipases ولهذه الأنزيمات دور فعال فى حدوث التزنخ إذ تتلف الفوسفوليبيدات مما يعرض الجلسريدات الثلاثية لفعل إنزيمات الليبيز.

ومن الميكروبات المحلله للدهن :

أ- البكتريا المحبة للبرودة Psychrotrophs مثل

Pseudomonas spp : مثل *Ps. fluorescens , Ps. fragi*

Achromobacter spp : مثل A. *lipolyticum*

Alcalgenes spp : مثل *A. viscolactis*

Acinobacter spp , Flavobacterum spp , Serratia macrescens

ب- أنواع أخرى من البكتريا مثل:

Staphylococcus aureus, Clostridium *perfringens, Mycoplasma spp, Micrococcus freudenreichii, Bacillus spp.*

ج- فطريات ومنها:

Oduim lactis, Geotricum candidum, Penicillium spp, Aspergillus spp

د- خمائر ومنها *Candida spp* مثل *C. lipolytica* , *C. pseudotropicals* ,

وبصفة عامة فإن تحلل الدهن مائياً Lipolysis يكون مرتبطاً بنمو الميكروبات المنتجة لإنزيم الليبيز كما أن هذا التحلل يكون شائعاً فى اللبن ومنتجاته المحفوظة على حرارة ١٠ °م أو أكثر وممكن حدوثه على درجات حرارة مختلفة.

التحلل المائى للدهن فى المنتجات اللبنيه المختلفة

Lipolysis in different dairy products

١- التحلل المائى للدهن فى اللبن والقشدة: بحفظ اللبن أو القشدة على حرارة أعلى من صفر °م ولمدة حوالى ٢٤ ساعة فإن ذلك يشجع نمو البكتريا المحبة للبرودة ومعظمها محلل للدهن. كما أن بكتريا Micrococci, Staphylococci والتى

مصدرها حلمات الضرع والمعدات تكون سائدة فى اللبن والقشدة، وتتكاثر هذه الميكروبات فى المنتجات غير المعاملة حرارياً. وقد عزلت بعض البكتريا المحبة للبرودة والمحلله للدهن من اللبن المبستر ولذا فإن هذه البكتريا تسهم فى تحلل الدهن فى المنتجات اللبنيه حتى ولو صنعت من ألبان مبسترة.

٢- الزبد: يعتبر الفطر والخميرة وأنزيماتها العامل الرئيسى فى فساد الزبد. ويتوقف هذا الفساد ونوعه على عاملين هما الـ pH ونسبة الملح بالزبد. فعند pH منخفضة (٤,٧٥) وملح مرتفع (٢٪) فإن هذه الظروف تثبط تحلل الدهن lipolysis ونمو الميكروبات ولكنها ظروف مشجعة للأكسدة الذاتية، وبالعكس فإن pH ٦,٦ وعدم إضافة الملح ظروف محببه لتحلل الدهن lipolysis ولكن غير ملائمة للأكسدة الذاتية.

٣- الجبن: يبقى نشاط الليبيز فى الجبن المصنعة من لبن خام وذلك لتلوثه ببعض البكتريا مثل Pseudomonas fragi والتى تكون مسئولة عن الطعم الزنخ بعد اشهر قليلة من تخزين الجبن. وفى بعض أنواع الجبن يكون لتحلل دهن اللبن تأثير غير مرغوب فى طعم الجبن، فتحلل مكونات الجبن (خاصة الدهن) ضرورى لأظهار الطعم فى الجبن المسواة بالفطر، ولايرجع ذلك فقط للنشاط الليبوليتكى للفطريات ولكن لتمثيل الأحماض الدهنية خاصة أكسدتها إلى كيتونات المثيل وهى إحدى مركبات الطعم فى هذه الجبن بجانب اللدهيدات.

الإحتياطات control measures

تبريد اللبن (٣٨ °ف) بمجرد وصوله للمصنع، والأسراع بتصنيعه قبل وصول الميكروبات إلى مرحلة loge phase والعناية بنظافة الأنتاج لتجنب التلوث بالميكروبات المنتجة لليبيز، والتقييم الحسى بإشخاص مدربين للبن والقشدة قبل أستخدامها فى المنتجات اللبنيه.

٦- القشدة المكسرة Bitty or broken cream

يتميز هذا العيب بتكسير طبقة القشدة إلى جزيئات منفصلة (قشور flakes) ولاتعود إلى حالة الإستحلاب، أى يصعب مزجها مرة أخرى بهز اللبن. ويظهر ذلك

العيب عند مزج اللبن وكذلك عند إضافته إلى المشروبات الساخنه مثل القهوة أو الشاى، حيث تطفو تلك الجزيئات على السطح مما يجعله غير مقبول لكثير من المستهلكين. ويحدث هذا العيب (تكون القشور) قبل التغير فى الطعم أو التغير الحادث فى ثبات اللبن حرارياً. وهناك نوعان من هذه الجزيئات المنفصلة (القشور)

الأول ميكانيكى (طبيعى): حيث تكون هذه الجزيئات المنفصلة على هيئة سدادة من القشدة cream plug نتيجة تمزق جزئى لأغشية حبيبات الدهن وتجمع الحبيبات مع بعضها.

والثانى بكتيرى: حيث يرجع جزئياً لفعل إنزيم الليثسينيز leicthinase الذى تفرزه بكتريا تابعة لجنس *Bacillus spp* مثل *B. mycoides, B. cereus* والذى يهاجم الفوسفوليبيدات الخاصة بغشاء حبيبات الدهن، كما يرجع هذا العيب جزئياً إلى الكازين المتجبن والمرتبط بالغشاء.

وتختلف طبيعة الجزيئات المنفصلة (القشور) بكتيرياً عن تلك المنفصلة ميكانيكياً فالأولى (بكتريا) لاتتغير بالتسخين على ١٠٠ م° بينما الثانية (ميكانيكياً) تتغير بالتسخين على ٤٠ – ٤٥ م°. وتتكون الجزيئات المنفصلة بكتيرياً نتيجة تلوث اللبن بالبكتريا حيث تتجمع فى طبقة القشدة فى صورة مستعمرات microcolonies تتكون حولها جزيئات القشدة فى صورة منفصلة بفعل إنزيم الليثسينيز الذى تفرزه هذه البكتريا. وهناك علاقة بين عدد جراثيم البكتريا والجزيئات المنفصلة المتكونه (القشور).

ويحدث هذا العيب (القشدة المكسرة) فى اللبن الخام أو المبستر نتيجة عدم جودة التبريد وكذا لطول مدة التخزين. ورغم أن عملية UHT تقضى على الغالبية العظمى من جراثيم Bacillus spp إلا أن العدد القليل المتبقى من هذه الجراثيم يمكنه أن ينمو فى اللبن المخزن على ٣٥ °م مما يؤدى لفساد اللبن. ويتوقف ذلك على كثافة التلوث فى اللبن الخام المستخدم. وقد يحدث التلوث فى اللبن UHT بعد المعاملة الحرارية نتيجة خطأ فى التعبئة أو عدم جودة تعقيم العبوات بالـ H_2O_2.

ولما كانت جراثيم Bacillus spp توجد بكثرة فى التراب لذا يجب إنتاج وتصنيع اللبن فى جو خال من التراب وإستخدام مرشحات الهواء وإبعاد أماكن الحلابه عن

مكان العليقة والعناية بنظافة ضرع الحيوان ومؤخرته والأوانى والمعدات المستخدمه فى نقل اللبن وتصنيعه.

٧- النكهات غير المرغوبه off- flavours

يتميز اللبن الطازج بنكهه جيدة فهو ذو طعم حلو خفيف ورائحة مميزة وقد تقل هذه النكهه أو تختفى بالتبريد او بعد بضع ساعات من الحلابة. وقد تكون نكهة اللبن غير إعتيادية بسبب فردية الحيوان أو العليقة أو الأصابة بمرض إلتهاب الضرع. أما النكهات التى تتكون بعد الحلابة فيجوز ان تكون ميكروبيه أو غير ميكروبيه. والأخيرة مصدرها النكهات الممتصة أو نتيجة تعرض اللبن للضوء أو ملامسته للمعادن، أو نتيجة التزنخ بإنزيمات ليبيز اللبن أو أكسدة الدهن ذاتياً. أما النكهات التى تسببها الميكروبات فمنها:

أ- نكهة المولت (المالتية) Malty flavour أو الكرامل

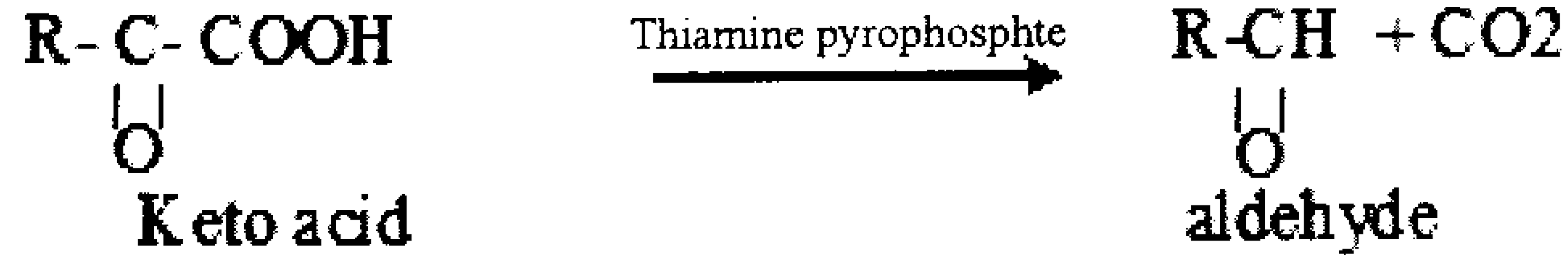
الميكروبات المسئولة: *L. maltaromicus , Str. lactis var. maltigenes* ومصدرها روث الحيوان والمياه فى خزانات التبريد والأوانى غير النظيفة، ويذكر البعض وجود هذه البكتريا فى اللبن قبل خروجه من الضرع.

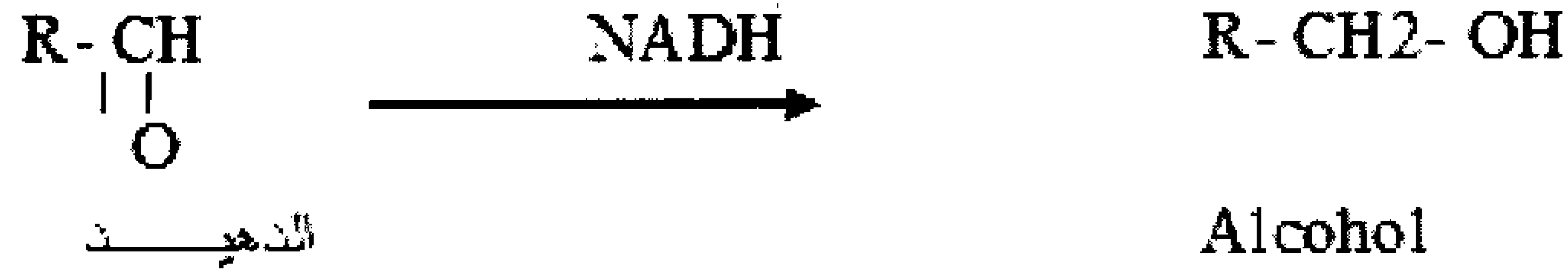
والمواد المسئولة عن هذه النكهه عبارة عن مجموعه من الألدهيدات والكيتونات والكحولات، وتنشأ نتيجة فعل البكتريا على بعض الأحماض الأمينية فى وجود α ñ ketoglutaric acid وبفعل بعض الإنزيمات الناقلة ثم نزع CO_2 مما يؤدى لتكوين أحماض كيتونية وألدهيدات كما تتكون الكحولات نتيجة إختزال الألدهيدات

R- CH(NH2)- COOH + HOOC-CH2-CH2-C(=O)-COOH
حمض أمينى — α- ketoglutaric acid

⇅ pyridoxal phosphate

R- C(=O) - COOH + HOOC-CH2-CH2-CH(NH2)-COOH
Keto acid — glutamic acid





ويقال أن طعم المالت يتكون أساساً من 3- methyl butanol والناتج من الحمض الأمينى ليوسين.

ويمكن تجنب هذا العيب بالمعاملة الحراريه (بسترة) والرقابة الصارمة على المصنع والعاملين والمعاملة بمحاليل الكلورين لأيدى الحلابين وكذا ضرع ومؤخرة الحيوان والمعدات. ويلاحظ ان النواتج المتطايرة بفعل هذه الميكروبات لايمكن التخلص منها بالتبريد أو بالمعاملة تحت تفريغ. ويلاحظ أن ظهور هذا العيب قبل البسترة فإن عملية البسترة لاتزيله.

ب- نكهة الشياط caramel

يعطى ميكروب *Str. lactis var maltigenes* هذه النكهه وهى شبيهه بنكهة اللبن المغلى

ج- نكهة الدواء Medicinal flavour

تسببها بكتريا Enterobacter aerogenes ومصدرها الزجاجات المغسولة يدوياً وتظهر فى اللبن المبستر المسوق.

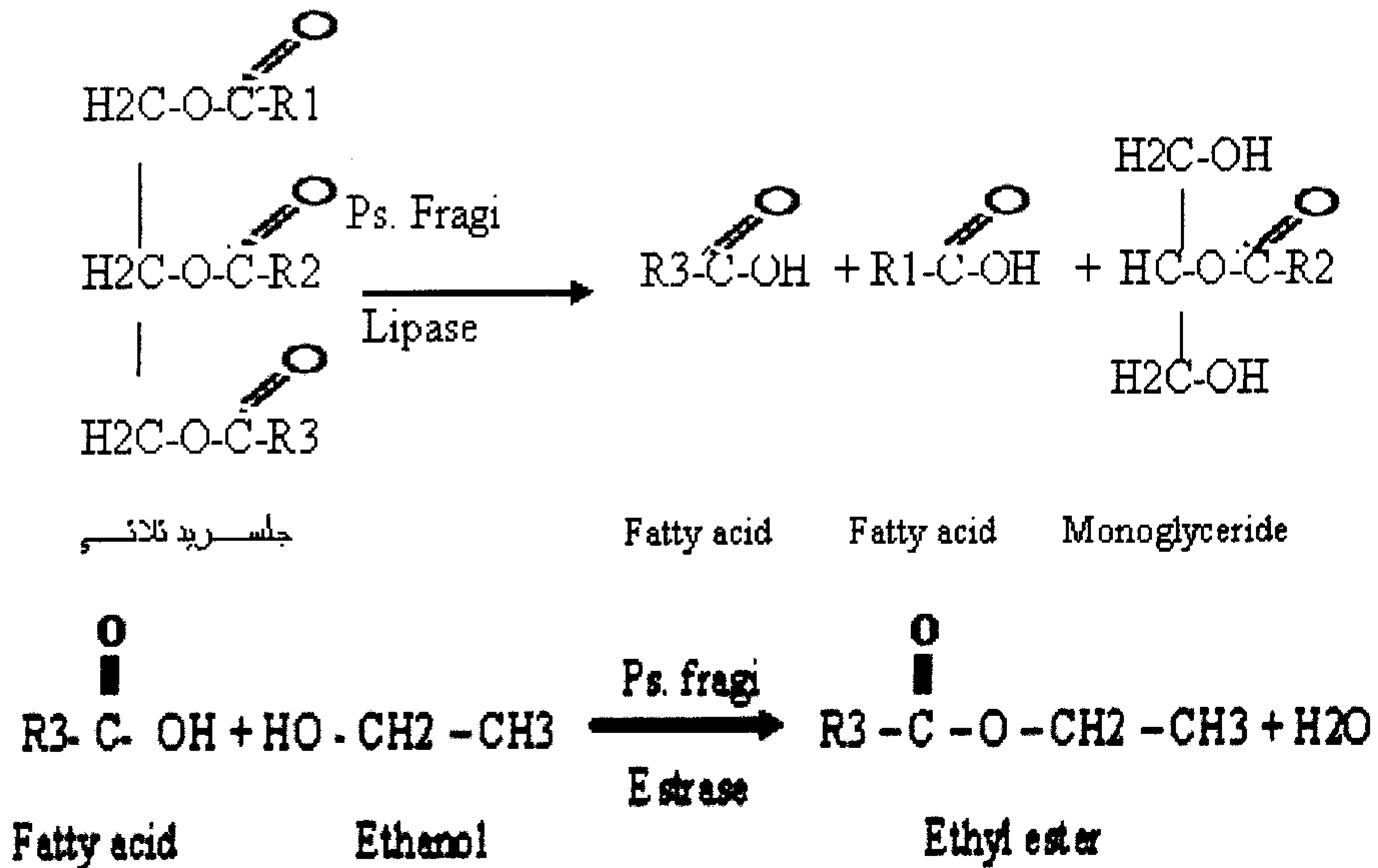
د- نكهة الفاكهة Fruity flavour (تشبه الفراولة strawberry ñ like aroma): ومن الميكروبات المسئولة عنها: *Pseudomonas fragi* إذ تعطى رائحة تشبه الأستر فى اللبن والقشدة والمنتجات اللبنية المحفوظة على حرارة منخفضة فلهذه البكتريا القدرة على النمو على ٥ – ٧ °م حيث تسود على بقية البكتريا أثناء التخزين فى الثلاجة وقد وجد أن نمو هذه البكتريا باللبن تسبب طعماً غير نظيف unclean عندما يصل عددها بالأطباق ٥،٥ × ١٠^٦ مجموعة / مل ويظهر الطعم الفاكهى عندما يصل العدد ٥ × ١٠^٨ مجموعة / مل ومصدر هذه البكتريا التربه والماء،

وتنتشر هذه البكتريا فى البيئة المحيطة بإنتاج اللبن وتصنيعه، وهى بكتريا حساسه للحرارة لذا وجودها فى اللبن المبستر يدل على تلوثه بعد البسترة.

والطعم الذى تسببه هذه البكتريا يرجع لقدرتها على تكوين إسترات الأيثيل Ethyl esters إذ تحتوى إنزيمات ليبيز ونظام إنزيمى لأسترة حمض البيوتريك وحمض الكابرويك مع كحول الأيثيل الذى تنتجه أيضاً هذه البكتريا. ويزيد إنتاج وظهور الطعم الفاكهى بإضافة ٠,٢٪ كحول أيثيل للمزرعة المحتوية على هذه البكتريا، كما يزيد إنتاج الطعم الفاكهى fruity aroma esters فى كل من اللبن وجبن كوتاج المحتوى على كمية من الإيثانول نتيجة التلوث من السيلاج أو نتيجة نمو ميكروبات أخرى قد تنتج الأستلدهيد أو كحول الإيثايل.

وقد أمكن إستخلاص إنزيم أستريز من راشح خلايا هذه البكتريا له القدرة على أسترة أحماض البيوتريك والكابرويك.

وميكانيكية تكوين إسترات الأيثيل بفعل بكتريا *Ps. Fragi* توضحها المعادلات التالية:



حيث R_3 $(CH_2)_2$ ñ CH_3 ethyl butyrate

$(CH_2)_4$ ñ CH_3 Ethycaprolate

هـ - طعم الفينول:

يسمى طعم الفينول أحياناً بالطعم المدخن أو طعم الفنيك. ويظهر هذا العيب فقط فى اللبن المعقم، فسببه بكتريا *Bacillus cerculans* المتجرثمة والتى تقاوم جراثيمها درجات الحرارة المرتفعة، علاوة على قدرتها على النمو فى درجات الحرارة المنخفضة ويتكون الفينول أساساً من الحمض الأمينى ثيروسين. ولتجنب العيب يجب العناية بنظافة الأنتاج وتعقيم الأدوات.

و- طعم كحول الأمايل:

وهو طعم زيتى ذو رائحة نفاذه تشبه رائحة كحول الأمايل. وسببه ميكروب *Micrococcus caseolyticus* المحلل للبروتين، والذى يوجد بكثرة فى الأتربة والأرباع الخلفية للحيوانات. لذا يجب العناية بنظافة الإسطبلات والأرباع الخلفية للحيوانات وتطميرها قبل الحلابه.

ز- طعم كبريتور الأيدروجين H_2S يظهر هذا العيب نتيجة تلوث اللبن بأثار الكبريت أثناء مروره فى أنابيب المطاط التالفة، وتكون SH_2 من هذا الكبريت بفعل بعض البكتريا. وقد يتكون هذا الغاز نتيجة نمو بكتريا الكوليفورم وتأثيرها على الكازين.

ح - نكهات ميكروبيه أخرى

النكهه		الميكروب المسبب
الإسطبلية	Barny	*Aerobacter oxytocum*
الصابونية	Soapiness	*Pseudomonas sapolactica*
الشبيهة باللفت	Turnip like	*E. coli , Pseu. flourescens*
الشبيهه بالبطاطا	Musty potato	*Pseu. mucidolens*
السمكية	Fishiness	*Pseu. ichthyosima*
الترابيه	Erthyromusty	*Actinomycetes*
المتفسخة	Putrefactive	*Clostridium*
غير نظيفة	Unclean	بكتريا عصوية موجبة لجرام محبة للبرودة

٨- تغيرات اللون **Abnormal colours (discolourations)**

لون الغذاء سمه هامة من حيث تسويقه، فقد يكون الغذاء عالٍ فى قيمته الغذائية ولكن لايقبله المستهلك إذا لم يكن لونه مشابهاً للونه الطبيعى، فخروج لون الغذاء فى شدته intensity أو إنتظام توزيعه uniformity عن الدرجة التقليديه traditional tint أو وجود تبقع (زركشة) mottling يعتبر عيباً خطيراً. ورغم أن لون اللبن قد يتغير من سلالة لأخرى إما لإختلاف العليقة أو لإختلاف قدرتها على تمثيل الكاروتين إلا أن هذه التغيرات خفيفة، ولكن التغيرات الأكثر وضوحاً هى الناتجة عن بعض التلوث الميكروبى ومن هذه التغيرات:

أ- اللون الأزرق Blue colouration من البكتريا المسببه لهذا اللون:

i - *Pseu. cyanogens*

ويفرز هذا الميكروب صبغة قابلة للذوبان تكون رمادية اللون دون حدوث تجبن وذلك عند نمو الميكروب دون منافسة من ميكروبات أخرى، ولكن بعد مضى الوقت يتحول اللون إلى لون أخضر مزرق وذلك بفعل حمض اللاكتيك الذى تنتجه بكتريا اللاكتيك السبحية *lactic streptococci* مثل *S. lactis* والتى تنشط Pseudomonas الملوث للبن، أى أن اللون الأزرق لايتكون إلا عن طريق التعاون بين الميكروبين، فإضافة الحمض لايعتبر بديلاً عن *S. lactis*.

ii - *Pseu. florecesens* يعطى صبغة خضراء مصفرة.

والميكروبان ينموان على درجة حرارة منخفضة.

ب- اللون الأحمر Red colouration

وجود اللون الأحمر فى اللبن قد يكون نتيجة الإصابة بالتهاب الضرع، ويمكن معرفة ذلك بطرد عينة من اللبن مركزياً وإختبار الراسب لوجود كرات الدم الحمراء من عدمه. وقد يظهر اللون الأحمر فى اللبن نتيجة نمو بعض الميكروبات مثل:

i - بكتريا *Serratia marcesins* وتعرف الصبغة الحمراء التى تكونها هذه البكتريا بإسم Prodogiasin وتتكون هذه الصبغة عادة فى اللبن الناتج تحت ظروف

معقمة aseptically drawn milk إذ أن النمو السريع للبكتريا الأخرى يمنع من ظهور اللون فقد تكون منافسة لبكتريا *Serratia marcesins*.

ii – خمائر مثل Rhodotorula glutinis تكون نتيجة نموها على القشدة بقعاً حمراء ومما يساعد ظهور هذا العيب الحموضة والضوء.

iii – بكتريا أخرى مثل *Sarsena rosa, Aerobacter aerogenes*.

ج– اللون الأصفر Yellow colouration ومن البكتريا المسببه له:

بعض أنواع بكتريا Pseudomonas مثل *Ps. Synxatha* ونظراً لأن الميكروب هوائى لذا يظهر اللون الأصفر فى طبقة القشدة التى تطفو على سطح اللبن ومن البكتريا الأخرى *Sarsenia lutea, Staph. aureus*.

ثانياً: العيوب الميكروبيه التى قد تظهر فى الألبان المعاملة حرارياً

١– العيوب الميكروبيه التى قد تظهر فى اللبن المبستر

بسترة اللبن هى معاملة حراريه تجرى على اللبن فى أجهزة خاصة يتعرض فيها كل جزء من اللبن لدرجة حرارة ومدة معينتين أقل من الغليان للقضاء على جميع الميكروبات المرضية ومعظم البكتريا غير المرضية. على أن يعقب عملية التسخين تبريد اللبن مباشرة ويوجد نوعان أساسيان من البسترة:

البسترة بطريقة الحجز Holding method : ٦٣ °م / ٣٠ د

البسترة على حرارة عالية لمدة قصيرة High temperature short time (HTST):

٧١ : ٧٢ °م /١٥ – ١٦ ث

ومن حيث تأثير البسترة على الميكروبات يلاحظ:

١– تقضى البسترة على:

أ– ميكروب السل Mycobacterium tuberculosis وهو أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة. وينتج عن ذلك خلو اللبن المبستر من جميع أنواع الميكروبات المرضية غير المتجرثمة.

ب- بكتريا القولون *E. coli* التى تسبب تحمض اللبن وإنتاج الغاز، فوجود هذه الميكروبات فى اللبن المبستر يدل غالباً على تلوثه بعد عملية التسخين نتيجة عدم نظافة المبردات أو أجهزة التعبئة أو الأدوات أو القائمين بالتعبئة.

ج- على ٩٩,٥٪ من بكتريا حمض اللاكتيك.

٢- ولكن قد يبقى فى اللبن بعد البسترة:

أ- بكتريا مقاومة للبسترة وهذه إما:

i - بكتريا مقاومة للحرارة Thermodurics: وهى تتحمل حرارة التسخين، ومصدرها الرئيسى اللبن الخام نتيجة تلوثه من السطول (أوانى الحليب) بالمزرعة، وتشمل بعض الأنواع السبحية مثل *S. liquefaciens, S. faecalis, S. thermophilus* ونظراً لأنها تحتاج لحرارة ٢٠ °م لنموها فهى لاتنمو فى اللبن المبستر إذا برد إلى ١٠ °م أو أقل. وتضم هذه البكتريا أيضاً *Microbacterium lactium* والأنواع المقاومة للحرارة التابعة لجنس Micrococcus مثل *Micrococcus candidus , M. luteus*.

ii - بكتريا محبة للحرارة Thermophilics: ودرجة حرارتها المثلى ٦٢،٨ °م والصغرى ٣٠ °م وتستطيع أن تنمو جيداً فى ٥٥ °م ومن أمثلتها *Lactobacillus thermophilus*، ويزداد نشاط هذه البكتريا فى حالة البسترة بطريقة الحجز نظراً لإنخفاض حرارة اللبن فى بعض أجزاء الحوض (نتيجة الرغاوى)، لذا ينصح بوقف عملية البسترة من وقت لأخر فى هذه الأجهزة لغسلها وتعقيمها، وقد تسبب هذه البكتريا تجبناً فى اللبن فمعظمها ينتج حمض لاكتيك. أما فى البسترة لحرارة عالية لوقت قصير فرغم عدم وجود فرصة لنمو البكتريا المحبة للحرارة لصغر مدة الحجز (١٥ ث) إلا أن نموها قد ينحصر فى قسم التبادل الحرارى بين اللبن الخام والتام البسترة لملائمة درجة حرارته لنمو هذه البكتريا (٦٢,٨ °م)، وعليه فإنه إذا ظلت تعمل الأجهزة عدة ساعات بدون تعقيم، فإن هذه البكتريا تتكاثر مسببه كثيراً من المتاعب، مما يستوجب العناية بنظافة هذا القسم وتعقيمه بأستمرار.

وعموماً فعملية تبريد اللبن المبستر والتى تصل لأقل من ١٠ °م يؤدى لإيقاف نمو تلك البكتريا المحبة للحرارة بعد البسترة.

ب- جراثيم البكتريا المتجرثمة خصوصاً أفراد جنس Bacillus وأهمها *B. cereus* ومصدرها فى اللبن الخام الأعلاف والحيوانات ومياه الغسيل والأوانى، وينشأ عن وجودها فى اللبن المبستر حدوث التجبن الحلو.

٢- العيوب الميكروبيه التى قد تظهر فى اللبن المغلى Boiled milk

عملية غلى اللبن هى عملية حرارية يتعرض لها اللبن لحرارة أشد من البسترة، حوالى ١٠٠ °م (بغلى اللبن فى ١٠٠,٧ °م) ويفضل أن تتم فى حمام مائى مع التقليب أثناء الغلى لعدة دقائق ثم التبريد بسرعة بغمر الإناء فى ماء بارد.

ويقضى الغلى بالصورة السليمة على جميع الميكروبات غير المتجرثمة بما فيها الميكروبات المرضية، ولا يبقى بعد الغلى سوى البكتريا المتجرثمة التابعة لجنس Bacillus والتى منها *B. cereus, B. coagulans, B. subtilis, B. picheniformis, B. circulans* والتى تنشط عند حفظ اللبن بعد غليه دون إستهلاك لبضعة أيام وتتكاثر محدثة بعض التغيرات غير المرغوبه التى منها التجبن الحلو وتحلل البروتين والطعم المر والطعم المؤكسد.

٣- العيوب الميكروبيه التى قد تظهر فى اللبن المعقم Sterilik ed milk

اللبن المعقم لبن عومل معاملة حرارية شديدة (١٠٥ - ١١٠ °م / ٢٥-٣٠ د) وذلك بالطريقة القديمة (الأبراج) أو (١٣٥ - ١٤٠ °م / ٢ ثانيه) بإستخدام البخار المضغوط ويعرف هذا النوع من التعقيم التجارى بإسم التسخين فوق العالى UHT (Ultra high temperature) وتؤدى التعقيم التجارى (تعريض اللبن الخام لحرارة التعقيم) إلى إبادة مايحتويه من الخلايا الخضرية الخاصة بالبكتريا والفطريات ولايتبقى إلا جراثيم العصويات Bacillus والكلوستريديا Clostridia وهذه أيضاً يقضى على الكثير منها.

ومن أهم العيوب الميكروبيه فى اللبن المعقم:

أ- التجبن الحلو Sweet curdling: تسببه الأنواع المتجرثمه من البكتريا المحبة للحرارة المعتدلة mesophilics مثل *B. subtilis, B. cereus*.

ب- المرارة Bittereness: نتيجة التحلل البروتينى ببكتريا *B. thermoacidurans*.

ج- التجبن الحبيبى Granular clotting: تسببه الأنواع المتجرثمة من البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة thermophilic.

٤- العيوب الميكروبية التى قد تحدث فى اللبن المكثف غير المحلى

Un sweetened condensed milk (evaporated milk لبن مبخر)

يعرف اللبن المكثف غير المحلى بأنه الناتج من تركيز اللبن الخام أو المنزوع دهنه، وذلك بالتخلص من جزء من مائه بحيث لاتقل عن نصف الكمية الموجودة أصلاً به. ومثل هذا النوع من اللبن به نسبة ماء تقدر بحوالى ٦٨ - ٧٤٪ ومعامل حرارياً عن طريق التعقيم.

وقد يحدث تلوث لهذا اللبن عن طريق دخول الميكروبات المفسدة إلى العبوات نتيجة لبعض القصور أثناء عملية التبريد والنقل ومن العيوب الميكروبية الناتجة عن هذا التلوث:

أ- التجبن الحمضى Acid coagulation: وتسببه بكتريا مقاومة للحرارة مثل *B. coagulans, B. stearothermophilus* وتنمو على ٣٧ °م وتسبب تجبن اللبن مع وجود نكهة الجبن وطعم مر.

ب- التجبن غير الحمضى Non acid curd coagulation: وتسببه بكتريا *B. subtilis* وهى تفرز أنزيماً يشبه الرنين، وقد يبقى الأنزيم نشطاً عند وجوده بكميات وافرة رغم حرارة التعقيم مما يؤدى لتجبن اللبن المكثف خلال التصنيع أو التخزين، ويصاحب التجبن هضم الخثرة وتفتتها وظهور لون بنى وطعم مر.

ج- تجبن حمضى غازى: وتسببه بكتريا *B. megaterium* مع ظهور نكهة ورائحة الجبن. كما تسبب بكتريا Clostridium إنتفاخ العلب.

ورغم أن حرارة التعقيم ٢٤٠ - ٢٥٠ °ف / ١٥ - ٢٠ د، سوف تقضى على البكتريا إلا أنها قد تفرز توكسينات سامة تسبب تسمماً غذائياً عند شرب اللبن المبخر الناتج.

٥- العيوب الميكروبية التى قد تظهر فى اللبن المكثف المحلى

Sweetend condensed milk

يعرف اللبن المكثف المحلى بأنه الناتج من تركيز اللبن الخام أو المنزوع دهنه، وذلك بالتخلص من جزء من مائه بحيث لاتقل عن نصف الكمية الموجودة أصلاً به بعد إضافة السكر إليه، وهذا اللبن به نسبة من الماء تقدر بحوالى ٢٥٪ ومعدل سكر حوالى ٤٤ - ٤٥٪ .

ومن العيوب الميكروبيه للبن المكثف المحلى:

أ- تكوين الغازات: ومن الميكروبات المسئولة عن ذلك:

i - الخمائر ومصدرها عادة السكر المضاف ومنها *Torula lactis condensi, T. globosa, T. succharalis* وتسبب إنتفاخ العلب عند حفظها فى جو دافئ لمدة تزيد عن أسبوع نتيجة تخمر السكر وإنفصال الغازات وهى تحتاج لظروف هوائية لكى تبدأ نموها فى البداية (ويستمر النمو بعد ذلك فى ظروف لاهوائية) لذا فإن تعبئة اللبن المكثف المحلى فى علب مفرغة من الهواء يعمل على إيقاف نشاط تلك الخمائر.

ii - بكتريا: فقد تحتوى العلب بكتريا الكوليفورم coliform ولكنها لاتسبب التلف لعدم ملاءمة الوسط لنموها إلا أنه إذا فرض وبدأ السكر فى التبلور نتيجة عدم ضبط سرعة تبريد اللبن بعد التكثيف فإن بكتريا *E. aerogenes* قد تنمو منتجة كمية كبيرة من الغاز الذى يسبب إنتفاخ العلب.

كما أنه إذا تبلور السكر نتيجة لعدم ضبط سرعة تبريد اللبن بعد التكثيف فإن هذا يلائم (يشجع) بكتريا كوليستريديم *Cl. butyricum* على إنتاج الغاز.

ب- زيادة اللزوجة والقوام (الثخانه) Thickening: تكونها بعض أفراد من جنس Micrococcus مثل *M. freudenreichii* التى تقاوم الحرارة إذا تلوث اللبن أثناء تبريده وتعبئته ولهذه البكتريا القدرة على النمو فى تركيز مرتفع من السكر لتقوم بتحليل اللبن وإنتاج الحمض المسبب للثخانه وتكوين نكهة الجبن.

ج- تكون الأزرار Buttons: ويسببها بعض الفطريات منها *Aspergillus repens,* *A. glavcus* حيث تنمو فى شكل مستعمرات عديمة اللون تكون كتلاً مختلطة مع اللبن المتخثر ومع الفطر. وتسبب هذه الفطريات أيضاً تغيرات حسيه (طعم مر ورائحة زنخه). ويعتبر الهواء ضرورياً لنمو هذه الفطريات لذا يجب التعبئة تحت تفريغ مع التخزين فى حرارة منخفضة.

٦- العيوب الميكروبية التى قد تظهر باللبن المجفف

يصنع اللبن المجفف من لبن كامل أو منزوع الدهن جزئياً أو كلياً بتبخير معظم مائه. ويحتوى الناتج ٣ - ٥٪ رطوبة وتوجد طريقتان أساسيتان للتجفيف التجارى:

طريقة الإسطوانات (١٣٧ °م) وطريقة الرذاذ (٨٨ °م).

ويتوقف أعداد الكائنات الحية باللبن المجفف على عدة عوامل منها: العدد الأصلى باللبن الخام، مقاومة الأحياء الدقيقة للمعاملة الحرارية، درجة الحرارة المستخدمة ومدة التسخين.

ويلاحظ أن اعداد الكائنات الحية باللبن المجفف تتناقص عادة أثناء التخزين إلا إذا حدث ترطيب للبن المجفف مما يؤدى إلى زيادة أعداد الفطر والخميرة فقط مع عدم حدوث زيادة ملحوظة فى البكتريا قبل إسترجاع اللبن المجفف.

كما تختلف أعداد الكائنات الحية باللبن المجفف بإختلاف طريقة التجفيف فيلاحظ أن:

أ- التجفيف بطريقة الإسطوانات تقضى على معظم الميكروبات عدا المتجرثمة منها نظراً لأرتفاع حرارة التجفيف، فلا يبقى سوى أعداد قليلة من جنس Bacillus مثل: *B. cereus, B. mesenteriens, B. megaterium* وهذه البكتريا يمكنها أن تنمو فى اللبن المسترجع reconstituted وتسبب التجبن الحلو.

ب- التجفيف بطريقة الرذاذ: تقضى على جميع الميكروبات عدا المتحملة للحرارة، لذا فهو يحتوى على أعداد تفوق الموجودة فى اللبن المجفف بالأسطوانات لأنخفاض درجة حرارة التجفيف.

ومن اهم الميكروبات فى هذا اللبن بعض أنواع من جنس Streptococcus مثل *S. durans, S. thermophilus, S. bovis*.

وبعض أنواع من جنس Micrococcus مثل *M. luteus, M. varians* وبعض الخمائر.

ثالثاً : فساد المنتجات الدهنية ميكروبياً

١- الفساد الميكروبى للقشدة (عيوب القشدة الميكروبية)

تعرف القشدة بأنها الجزء من اللبن الغنى بالدهن (أكثر من ١٢٪).

ومن أهم العيوب الميكروبية التى قد تظهر بالقشدة:

١- زيادة الحموضة Increase of acidity

ويسببها مجموعة من الميكروبات المنتجة للحموضة، ومصدر هذه الميكروبات عادة اللبن الخام. ويظهر هذا العيب بكثرة فى القشدة غير المبسترة والمحفوظة لمدة طويلة فى أماكن دافئة، ومن انواع البكتريا المسببه لهذا العيب بكتريا تابعة للمجموعات التالية:

Lactobacillus, Coliforms, Clostridium, Streptococcus

٢- المرارة Bitterness

وتسببها مجموعة من الميكروبات لها القدرة على تحلل البروتين وإنتاج مواد نيتروجينيه بسيطة مثل الببتونات والببتيدات لبعضها طعم مر. ومن أنواع البكتريا المسببه لهذا العيب:

أ- بكتريا هوائية مكونه للجراثيم مثل *B. cereus*.

ب- بكتريا هوائية غير مكونه للجراثيم مثل:

Pseudomonas spp, Proteus spp, Micrococcus spp, Streptococcus liquefaciens

ج- بكتريا لاهوائية مكونه للجراثيم ومنها أنواع تابعة لجنس Clostridium.

٣- التزنخ والنكهة النفاذة Rancidity and strong off flavours

وتسببها مجموعة من الميكروبات لها القدرة على تحلل الدهن وتكوين أحماض دهنية قصيرة السلسلة بفعل ما تفرزه من إنزيمات الليبيز ومن هذه الميكروبات

أ- بكتريا مثل:

Achromobacter lipolyticum Pseudomonas fragi, Pseudomonas fluorescens

ب- فطريات

٤- الرغوة Frothiness

تتكون الرغوة نتيجة تخمر اللاكتوز وإنتاج حمض اللاكتيك وغاز يظهر على هيئة فقاعات، ومن الميكروبات المسئولة:

أ- بكتريا مثل *Bacterium aerogenes*

ب- خمائر مثل *Torula spherics, Torula cremoris*

٢- عيوب الزبد الميكروبيه (الفساد الميكروبى للزبد)

يعرف الزبد بأنه الناتج من تجمع حبيبات دهن اللبن أو القشدة أو الشرش بالطرق اليدوية أو الآليه ويشترط فيه أن يكون طبيعياً فى طعمه وخواصه وتركيبه ومظهره خالياً من الشوائب والعيوب، غير محتوى على مواد غريبة أو حافظة سوى ملح الطعام.

ويعتبر التلف الميكروبى للزبد محدود بوجه عام ومن أهم عيوب الزبد الميكروبيه.

١- عيوب النكهة

٢- عيوب اللون

أولاً: عيوب النكهة الميكروبيه

١- الطعم النتن أو التعفن Putrid flavour, surface taint, putridity

من أكثر العيوب التى تسببها البكتريا فى الزبد، ويتميز العيب بالنكهة والرائحة التعفنية والتى تبدأ على السطح ثم تمتد تدريجياً إلى داخل الزبد. ويحدث الفساد

على ٤ – ٧ °م خلال أسبوع. وترجع الرائحة التعفنية نتيجة تحلل الكازين وتكوين أحماض عضوية خاصة أيزوفاليرك. وللتغلب على هذا العيب يراعى بسترة القشدة وإستخدام بادئ نشط والتمليح والعناية بالنظافة. والميكروب المسئول عن ذلك هو *Pseudomonas putrifaciens* مصدره التلوث من الماء فالميكروب مائى يتجمع فى الخضاضات وغيرها من أدوات الصناعة ولمنع هذا الفساد ينصح بأستخدام قشدة عالية الحموضة، مع إضافة أكثر من ٢٪ ملح طعام لصناعة الزبد حيث يقف نشاط هذا الميكروب عند تركيز ٣٪ ملح دون ٢٪.

٢ – التزنخ Rancidity (strong off flavour)

يرجع ذلك لتحلل الزبد لأحماض دهنية قصيرة السلسلة خاصة حمض البيوتريك ذو الرائحة النفاذة وذلك بفعل إنزيمات الليبيز الميكروبية ومن الميكروبات المسئولة عن ذلك:

أ– بكتريا ومنها:

i – *Ps. fluoescens* وهو ينمو فى الزبد المملحة (٢٪) ويسبب الطعم الفاكهى والزنخ فى المنتجات الدهنية ويوجد فى الماء والتربه.

ii – *Ps. fragi* وهوحساس للملح ويوجد فى الماء والتربة واللبن الخام، وينمو ليعطى أولاً رائحة تشبه التفاح، ويعقب ذلك ظهور الطعم الفاكهى فى الزبد غير المملح.

iii – *Achromobacter lipolyticum*

ب– خمائر ومنها *Odium lactis, Clodosporium butyric, Penicillium spp*

٣– الطعم السمكى Fishy flavour

يرجع لتحلل الليثسين وتكوين تراى ميثيل أمين Trimethyl amine والمسئول عن هذا الطعم عند وجوده فى صورة حرة. والبكتريا المسئولة عن ذلك:

(بعضها) *Ps. fluoescens, Ps. ichthiasma, Coliform*

٤ – نكهة الشعير المنقوع Maltiness, Malty flavour

وتظهر فى المراحل الأولى من التصنيع والمسئول عنها بكتريا *Str. lactis var. multigenes*

ثانياً: عيوب اللون الميكروبيه

تعتبر من أهم العيوب التى تحدث بالزبد وهى تحدث بفعل:

أ- الفطريات (عيوب اللون الفطريه):

وتوجد عيوب اللون الناشئة عن الفطريات على السطح غالباً حيث يتوفر لها الأكسجين وبعض الرطوبة المكثفة، بالإضافة إلى إحتمال وجود بعض المواد الغذائية فى ورق اللف. ويتلون الزبد بلون هيفات الفطر، لذا تظهر بألوان مختلفة الشائع منها الأسود والبنى والأخضر والأحمر

i – اللون الأسود أو البقع السوداء: ومن الفطريات المسببه له الأجناس الأتية:

Mucor, Rhizopus, Cladosperium خاصة *Cladosperium herbarum* إذ نجد ان هذا الفطر يمكنه النمو عند نقص الأكسجين، لذا نجد ان اللون المذكور يتخلل الزبد من الداخل. كما يمكن لفطر Stemophyllum من النمو وتكوين بقع سوداء صغيرة، كما تسبب خميرة *Torula niger* بقعاً سوداء.

ii – بقع بنية: من الأجناس المسئولة عن ذلك جنس Alternaria إذ تكون بقع بنية كبيرة.

iii – بقع حمراء: يسببها فطر *Fusarium* كما تسببه خميرة *Torula rosa*.

iv – بقع خضراء مزرقة: تسببها فطريات من أجناس Penicillium, Aspergillus

ورغم أن الفطريات تنمو عادة على سطح الزبد، ولكن فى حالة الإصابة الشديدة فإنها تنمو على سطح ورق التغليف والأسطح الداخلية للصناديق، وتظهر عيوب اللون.

ب- البكتريا:

فيما يختص بعيوب اللون البكتيريه فهذه مرجعها أساساً إلى بكتريا *Ps.nigrifaciens* والذى يمكنه النمو على درجات حرارة منخفضة (مقاوم للبرودة Psychrotrophic). ويسبب إسوداد اللون وهذا يبلغ أقصاه فى الزبد المحتوى ٢٪ ملح (الميكروب المذكور يتحمل ١,٥ – ٢,٥٪ ملح).

ملاحظة:

تظهر عيوب اللون فى الزبد غير المملحة بدرجة أكبر مما يظهر فى الزبد المملح. وتظهر هذه العيوب كحالات متفرقة - (تبقع) وإنما أحياناً تظهر بشكل وبائى.

رابعاً: عيوب الجبن الميكروبية (التلف الميكروبى للجبن)

الجبن هو الناتج الطازج أو المسوى المتحصل عليه بتصفية الشرش بعد تجبن اللبن الكامل أو المنزوع الدسم كلياً أو جزئياً، أو اللبن الخض او الشرش، ويجب أن يكون الجبن طبيعياً فى صفاته الخاصة بالنوع من حيث طعمه وتركيبه ولونه.

ويمكن تقسيم العيوب الميكروبية بالجبن إلى:

١- عيوب فى الطعم
٢- عيوب فى اللون
٣- عيوب فى القوام والتركيب
٤- عيوب فى المظهر

١- عيوب الطعم

أ- زيادة الحموضة: Over acidity

ويظهر هذا العيب خاصة فى الجبن الطرية نتيجة زيادة البادئ أو تلوث الخثرة بالميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك. ويمكن كشف زيادة الحموضة عند إمرار عينة من الجبن اسفل الأنف، كما أنه عند تذوق العينة نلاحظ إحساساً سريعاً بالطعم والذى يختفى بسرعة تاركاً الفم خالياً من أى إحساس بعيب الطعم. وعادة مايكون الطعم زائد الحموضة مصحوباً بلون باهت مبيض.

ب- الطعم الفطرى والخمائرى:

ويشبه هذا الطعم رائحة السرداب الرطب ضعيف التهوية، ويمكن التعرف عليه بسهولة بعد التذوق ويسببه نمو الخمائر فى الجبن.

ج- الطعم المر Bitterness

وقد يوجد فى الجبن الطازج أو متوسط التسوية ولكنه أكثر وضوحاً فى الجبن المسوى، ويرجع ذلك لإستخدام بادئ بطئ إنتاج الحموضة، مما يسمح بنمو أنواع عديدة من البكتريا كانت لاتنمو تحت الظروف الطبيعية من سرعة الحموضة. ومن هذه البكتريا: أنواع من العصويات Bacillus والتى تسبب تحلل البروتين إلى أحماض أمينية وببتونات ذات طعم مر.

د- الطعم الزنخ Rancidity

وهو أقل ظهوراً فى الجبن المصنوع من لبن مبستر عنه من لبن خام، كما انه أكثر ظهوراً فى الجبن المسوى أو متوسط التسوية. وينشأ نتيجة فعل إنزيمات الليبيز وإنتاج حمض البيوتريك. ويكون الطعم مراً صابونياً غير مرغوب فيه. ويشعر الأنسان بهذا الطعم عادة بعد التذوق. ومن هذه البكتريا ماهو تابع لأجناس Pseudomonas, Micrococcus وهذا العيب نادر الحدوث فى الجبن القريش.

٢- عيوب اللون

تحدث تغيرات اللون أساساً على سطح الجبن، وقد تحدث داخل الجبن، وهى عبارة عن بقع تختلف طبيعتها من سمراء أو بيضاء إلى بقع صدأ أو بقع حمراء وتنشأ عن نمو سلالات بكتيرية فمثلاً:

اللون الأسود: يسببه *Bacillus subtilis v. niger*، اللون الأحمر أو الأصفر يسببه أنواع Micrococcus والبقع الصديديه rusty spots الداخلية تسببه بكتريا *Lactobacillus plantarum var. rudensis* كما تنشأ هذه الألوان عن نمو بعض الفطريات والخمائر ومن أمثلتها ما يتبع الأجناس التالية:

Mucor, Aspergillus, Penicillium, Cladosperium, Ulternaria, Geotricum, Oospora.

٣- عيوب القوام

قوام عجينى أو لزج أو سيولة قوام الجبن Liquifaction, sliminess, flowing cheese تسببه بكتريا مثل *S. liquefaciens, Proteus spp* وفطريات مثل أنواع تابعة لجنس Mucor وهذه جميعاً تسبب تحلل الكازين Caseinolytic وتحول الجبن إلى عجينة ممزلقة تميل للإلتصاق بالأصابع كما تسبب سيولة قوام الجبن Flowing cheese نتيجة شدة هضم الكازين.

٤- عيوب التركيب

التركيب الغازى (تكوين الغازات) أو الثقوب Holeyness (Openness) يعتبر تكون الغازات فى الجبن من أسوء العيوب وأكثرها خطورة على جودة الناتج بإستثناء الأصناف التى تتطلب وجود الثقوب الغازية بداخلها مثل (الأمنتال) أو (الجروبير).

وتتكون الثقوب نتيجة لوجود الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك والتي تخمر اللاكتوز مع إنتاج غاز يؤدى إلى تكوين الثقوب المختلفة فى الشكل والحجم إما على السطح أو داخل الخثرة. وينقسم التخمر الحادث والمسئول عن تكوين الغازات إلى:

أ- تخمر مبكر Early fermentation

وفيه يحدث إنتاج الغاز فى المراحل المبكرة سواء أثناء التصنيع أو بعد مرور ٢ – ٣ ايام من الصناعة ويتوقف ذلك على أعداد الميكروبات وأنواعها، ويحدث إنتاج الغاز بشدة خلال التصنيع فى غالبية أصناف الجبن فقط عند إستعمال ألبان شديدة التلوث ببكتريا الكوليفورم والتى تشمل الجنسين Aerobacter, Escherichia، ويكون الغاز الناتج عبارة عن مزيج من H_2, CO_2 ونظراً لإرتفاع قابلية ذوبان CO_2 فإنه يؤدى إلى إكتساب الجبن القوام الإسفنجي، فى حين يتسرب الهيدروجين على صورة غاز من داخل الجبن مسبباً تشققات.

وتختلف نوعية الثقوب المتكونه فى هذا التخمر بإختلاف الميكروب المسبب لها، فالثقوب التى تتكون ببكتريا الكوليفورم تتميز بحواف غير منتظمة مع وجودها على سطح الجبن، بالإضافة إلى ظهور نكهة غير مرغوبة إذا كانت الإيشريشيا من أصل غائطى True faecal *E. coli*.

كما قد يحدث التخمر المبكر بفعل بعض الخمائر مثل:

Torula spherica, Torula cremoris وتتميز الثقوب المتكونه بفعل هذه الخمائر بأنها تشبه عين السمكة (Fish - eye shape) مع وجود غطاء أملس ولامع، وتظهر الثقوب أيضاً على سطح الجبن.

ب- تخمر متأخر Late fermentation

وتتميز الثقوب المتكونة فى حالة التخمر المتأخر بوجودها داخل الجبن حيث تسببها بكتريا لاهوائية مثل *Clostridium perfringens*، وتكون هذه الثقوب يكون واضحاً بعد مرور بضعة أسابيع من الصناعة، والغاز فى التخمر المتأخر يحتوى نسبة مرتفعة من H_2 ممايؤدى إلى حدوث ثقوب وتشققات كبيرة الحجم فى أقراص الجبن. ويمكن التغلب على هذا العيب (تكون الغازات) بإستخدام بادئات تحوى سلالات منتجة للمضاد الحيوى نيسين Nisin والتابعة لـ *S. lactis* حيث توقف نمو أنواع جنس Clostridium.

٢- عيوب المظهر الحيويه:

أ- تعفن القشرة:

نظراً لحموضة الجبن وإنخفاض نسبة الرطوبة فيه يتعرض عادة للفساد بالعفن (الفطر) الذى ينمو على السطح أو فى الشقوق الموجودة بالجبن، ويظهر على صورة مسطحات بنية اللون غير منتظمة الشكل ويكون أحياناً مصحوباً بمرارة شديدة خاصة فى الأجزاء المصابة. وتلف الجبن بواسطة العفن يعتبر من أكبر المشاكل التى تواجه صناعته وتعوق تسويقه. فبالرغم من وجود أنواع من فطريات معينة تدخل فى عمل بعض أنواع الجبن وإنضاجها، فإن نمو الفطريات على الجزء الخارجى لغالبية الجبن يعتبر أمراً غير مرغوب فهو يشوه الجبن. ومن الفطريات التى تجد الجبن وسطاً غذائياً ممتاز لنموها: أنواع تابعة لأجناس

Mucor, Penicillium, Aspergillus, Cladosperium, Monilia, Alternaria, Geotricam

وتوجد طرق عديدة تفيد فى الحد من نشاط الفطر أو تمنع نموه، من هذه الطرق:

i – إستعمال دهانات توقف نمو الفطر Fungistatic paints أو تغليف الجبن بأغلفة من مادة البلاستيك تحتوى مواد كيميائية مانعة للفطر مثل حمض البروبيونيك أو السوربيك. أو تغطية السطح الخارجى للجبن بالشمع السائل.

ii – إستخدام منتجات الأوزون أو مولداته لمنع نمو الفطر ووقف نشاطه، إلا أنه يجب إستعمال تركيزاً مرتفعاً وهذا التركيز يسبب أكسدة الدهن.

iii – العناية بغرف التغليف والتخزين: فيجب تنظيف الغرف والأدوات عدة مرات لمنع نمو الفطر عليها، ويوصى بإستخدام الأشعة فوق البنفسجية مع تنقية أو ترشيح هواء هذه الغرف.

ب- الإصابة بالحلم Cheese mites

ويعتبر حلم الجبن من أهم الأفات التى تصيب الجبن، وتؤدى لتلفه وفقد كمية كبيرة منه مما ينشأ عنه خسارة إقتصادية كبيرة. ومن علامات الإصابة بالحلم:

i – وجود تراب ناعم جداً غامق اللون على سطح الجبن القديم ورفوف الجبن.

ii – بالفحص بالمجهر يمكن مشاهدة الحلم حياً وميتاً وكذا نواتج إخراجه خاصة فى الشقوق وتحت الشمع المكسور.

iii – قد يلاحظ ذبابة الجبن أحياناً.

ومن أسباب إصابة الجبن بالحلم:

i – التشقق الميكانيكى لأقراص الجبن.

ii – عدم العناية بتغليف وتشميع أقراص الجبن وعدم العناية الصحية فى تداول وتخزين وتسويق الجبن.

ومن وسائل مقاومة الحلم والوقاية منه:

١- مقاومة الفطر إذ توجد علاقة وطيدة بين نشاط الحلم بالجبن والتلوث بالفطر.

٢- دهن سطح الجبن ببعض الزيوت النباتية مثل زيت بذرة القطن فقد أدت هذه المعاملة إلى موت معظم الحلم بعد ٣ – ٧ ايام من المعاملة، وكان للمعاملة تأثير واقى لمدة أسبوعين بعد المعاملة، وقد يعزى تأثير الزيت إلى كونه كمادة عازلة على سطح الجبن وشقوقه تقلل من وصول الهواء للحلم.

٣- رش ويفضل غمس الجبن المصاب فى مخلوط من أيدروكسيد الكالسيوم ١٢٪، ٨٪ كلوريد صوديوم (١٢٠جم $Ca(OH)_2$ + ٨٠ جم Nacl تذاب فى لتر) فقد أدت هذه المعاملة لإبادة معظم الحلم الموجود بالجبن فى مدة ٢ – ٥ أيام بعد الرش مع إستمرار الأثر الواقى لمدة أسبوعين.

٤- تدخين حجرات التسوية بالغاز الناتج من تفاعل:

(٥٠ جم برمنجانات البوتاسيوم + ١٠٠ مل فورمالين) فقد نجحت الطريقة فى قتل جميع أطوار الحلم. ويكفى الغاز الناتج من تفاعل الكميات السابقة من البرمنجانات والفورمالين لمتر مكعب من مكان تخزين الجبن. وقد أمكن بهذه الطريقة تخزين الجبن الخالى من الحلم فى المكان المدخن بهذه الطريقة لمدة ٤٠ يوماً دون ظهور إصابة جديدة بالحلم.

خامساً: الفساد الميكروبى للبادئات

تعتبر إصابة البادئات بالبكتريوفاج أهم عوامل فسادها وعيوبها. والبكتريوفاج bacteriophage عبارة عن فيرس يهاجم البكتريا وهو متخصص فلكل سلالة من بكتريا البادئ نوع معين من الفيرس. ويتمثل دور الفيرس فى مهاجمة الخلية البكتيريه والتكاثر بداخلها وتحويل محتوياتها إلى فيروسات جديدة تخرج لتهاجم خلايا بكتيريه

أخرى وبذلك يفقد البادئ نشاطه ويزداد ضرر البكتريوفاج إذا كان البادئ مكوناً من سلالة بكتيرية واحدة لذا يستحسن أن يكون البادئ خليط من عدة سلالات بجانب ذلك يجب مراعاة:

١- عند الإصابة يجب الحصول على بادئ جديد يحتوى سلالات مقاومة للبكتريوفاج.

٢- العناية بتعقيم الأجهزة والأوعية المستخدمة بالحرارة أو كيماوياً بمحلول فوق الكلوريد.

٣- تجديد البادئ تحت ظروف معقمة منعاً من التلوث.

وسائل الوقاية أو الحد من أضرار التلوث الميكروبى للبن ومنتجاته

من وسائل الحد من تلوث اللبن ومنتجاته بالميكروبات:

١- الحد من التلوث البيئى Reduction of enviromental contamination وتتضمن ذلك العناية بالحيوان، القائمين بالإنتاج والتصنيع، المزرعة، المصنع، نظافة الأدوات والمعدات.

٢- تقليل الحمل الميكروبى باللبن ومنتجاته: يجب أن نشير هنا أن مقاومة الميكروبات أو القضاء عليها بعد وصولها للبن ليس بالأمر السهل ولا بالأمر المجدى بالمقارنة مع الحيلولة دون حدوث التلف من البداية. وعموماص فمن وسائل تقليل الحمل الميكروبى: التبريد والمعاملات الحرارية – الوسائل الميكانيكية – المواد الحافظة الكيماوية – الإشعاع – التكنولوجيا الحيويه.

اولاً: الحد من التلوث البيئى

١- العناية بصحة الحيوان

يتوقف عدد البكتريا الموجودة فى اللبن الناتج من حيوان ما على سلامة الحيوان ونظافته وسلامة ضرعه لذا يجب مراعاة:

١- إجراء الإختبارات الدورية على حيوانات المزرعة مثل إختبارات السل والبروسيلا وإلتهاب الضرع، مع عزل الحيوانات المريضة من القطيع خاصة التى تعانى من إلتهاب الضرع فى ربع او أكثر، إذ غالباً ما يحتوى ألبان هذه الحيوانات بجانب البكتريا المسئولة عن إلتهاب الضرع (*Str. agalactia, Str. pyogenes, Staph aureus*)

وميكروبات مرضية أخرى منها *Corynobacterium spp, L. monocytogenes*، بكتريا السل *Coxilla burnetti*، *Mycobacterium spp* خاصة فى إلتهاب الضرع المزمن، كما أن بعض الفيروسات مثل FDM Polio قد توجد فى هذا اللبن المصاب بالإلتهاب المزمن.

٢- عزل الحيوانات الجديدة عن القطيع حتى التأكد من سلامتها.

٣- إستبعاد قطرات الحليب الأولى (Fore- milk) لإحتوائه على نسبة عالية من الميكروبات وذلك فى إناء خاص، وقد يستخدم فى تغذية الحيوانات والعجول.

٤- تطهير الحيوان مرة أو مرتين يومياً لإزالة ما يعلق بجسمه من أوساخ مع إزالة الشعر الطويل الموجود على الضرع والمنطقة الخلفية، مع غسل ضرع الحيوان قبل الحليب مباشرة بماء نظيف، يفضل أن يضاف إليه هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة ٨٠ جم / ١٠ لتر ماء، ويفضل تدفئة ماء الغسيل فى فصل الشتاء، ثم تجفف هذه الأجزاء المبللة بإستعمال قطعة قماش نظيفة (يجب أن يغسل هذا القماش ويغلى لتعقيمه قبل أن يكون معداً للإستعمال فى الأيام التالية) وبعد عملية الغسيل والتجفيف هذه يمسح الضرع والحلمات بقطعة قماش أخرى أو ورق نشاف مبلل بمحلول مطهر مثل محلول الكلور فى الماء (الهيبوكلوريت) بتركيز ٢٠٠ – ٢٥٠ جزء كلور فى كل مليون جزء ماء. يجرى ذلك كله قبل السماح للماشية بالرقاد على الأرض حتى لايتلوث الضرع مرة أخرى.

٢- القائمون بالإنتاج والتصنيع

يجب أن يكون القائمون بالإنتاج والتصنيع يتمتعون بصحة جيدة مع خلوهم من الأمراض المعدية وألا يكونوا حاملين لها ويستحسن إجراء الكشف الطبى عليهم فى فترات متقاربة للتأكد من سلامتهم وخلوهم من الأمراض.

وعلى القائمين بالإنتاج والتصنيع الإهتمام بنظافتهم الشخصية ونظافة ملابسهم الداخلية والخارجية ويفضل لبس لباساً خاصاً بالإنتاج والتصنيع وأن يحتفظ به نظيفاً بإستمرار.

ورغم أن إستعمال ألة الحلب تقى اللبن من القاذورات والبكتريا العالقة بالماشية وأيدى الحلاب وكذا التلوث من الهواء، إلا أن إستخدام ألة الحلب يتطلب توفر عناية كبيرة فى نظافتها بين كل حلبة وأخرى وإلا كانت مصدراً خطيراً للتلوث.

٣- جو المزرعة (الإسطبل) والمصنع

١- يجب أن يكون الإسطبل والمصنع سهل التنظيف ومجهزاً بمجارى يسهل جريان الماء فيها بما تحمله من أوساخ، ومزودا بماء نظيف تكفى للغسيل، مع مراعاة جودة الإضاءة والتهوية وتجهيز فتحات الإسطبل والمصنع بشبكة من السلك لمنع دخول الذباب والحشرات.

٢- تجنب إعطاء العلائق الجافة للماشية قبل الحلب مباشرة أو أثنائه، وكذا تجنب تنظيفه قبل الحلب أو أثنائه منعاً لإثارة الغبار ويفضل رش الحظيرة بالماء رشاً خفيفاً لمنع تطاير الغبار.

٣- العناية بتهوية جو المصنع، فالتهوية الجيدة تزيل الرطوبة الناتجة أثناء التصنيع، مما يحافظ على الأجهزة ويمنع نمو الفطريات على الأسطح، مع ضرورة تنقية الهواء الداخل لجو المصنع بواسطة مرشحات عالية الكفاءة لخفض المحتوى البكتيرى، إذ أن التهوية بدون مرشحات تزيد من إحتمالات التلوث عن طريق الهواء.

٤- ويجب أن يكون ضغط الهواء داخل الغرف التى يتم فيها تعبئة المنتجات تحت ظروف معقمة أعلى مما فى الخارج، وان يكون هناك حيز مفصول بجدار زجاجى لكل جهاز تعبئة وهذا يسمح للمختصين والزوار بمتابعة عمل الأجهزة دون الدخول إلى الغرف.

٥- يجب تغيير الهواء فى جو المصنع بمعدل ٥ - ٨ مرات / ساعة ويحسب حجم الهواء م^{٣} بضرب مساحة ارضية الغرفة م^{٢} × ٣ (أى يعادل ٣ أمثال مربع الأرضية).

٤- نظافة الأدوات والمعدات

تعتبر نظافة وتطهير (تعقيم) أدوات وأجهزة اللبن ومنتجاته من العمليات الهامة فى مزارع ومصانع الألبان ويتطلب ذلك خطوتين أساسيتين هما:

١- النظافة　　　　٢- التعقيم (التطهير)

أ- النظافة

التنظيف عملية الغرض منها تنظيف أواني وأجهزة الألبان أى إزالة الجوامد اللبنية والمواد الأخرى لتصبح الأسطح نظيفة صالحة لعملية التعقيم.

وتعرف المنظفات Detergents بأنها مواد كيميائيه تزيد من قدرة الماء على إزالة القاذورات سواء كانت عضوية أم غير عضوية ومن الخواص الواجب توافرها فى المنظفات:

١- ألا تؤدى إلى تآكل الأسطح. فمثلاً عند غسيل الأدوات المصنوعة من الألمونيوم لاينصح بإستعمال مواد تنظيف تدخل الصودا الكاوية فى تركيبها، بينما يمكن إستخدام هذه المواد فى تنظيف الصلب غير القابل للصدأ دون أن يحدث للمعدن تأثير، ويلاحظ أن الأحماض أقوى فى تأثيرها من ناحية تآكل الأسطح عن القلويات خصوصاً عند توافر الكلور.

٢- أن يكون لها القدرة على تيسير الماء أى تمنع ترسيب أملاح الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة بالماء العسر على أسطح المعادن، كما تمنع (تفاعل) إختلاط هذه الأملاح مع متبقيات اللبن مكونة مايسمى باللبن المتحجر milk stones على أسطح الأوانى، لذا قد يضاف إلى هذه المياه مايعرف بالمواد الحاجزة Sequesting agents أو بالمواد المحسنة لخواص الماء water conditioning وهذه المواد تمنع المعادن المسببه للعسر (كالسيوم - ماغنسيوم) من الترسيب وتجعلها على هيئة معلق ميكروسكوبى لايؤثر على فاعلية المادة المنظفة.

٣- أن تحتوى مواد لها خاصية الترطيب أو التندية أو البلل (wetting agents) wetting ability وهى مواد تساعد المنظف أن ينفذ ويبلل القاذورات العالقة بالسطح المراد تنظيفه.

٤- أن يكون لها القدرة على الإستحلاب أى التفاعل مع الدهون وتكوين تصبن يسهل إزالة هذه الدهون من أسطح الأوانى مما يسهل الغسيل.

٥- غير سام ولايترك شوائبا وغير مهيج لجلد القائمين بعملية التنظيف، مع سهولة التخلص منه بالشطف والغسيل وأن يكون إقتصاديا ومتوافر بالأسواق.

ويلاحظ أنه لاتوجد مادة تنظيف يمكن بمفردها أن تعطى كل الخواص السابقة. لذا نجد أن جميع مواد التنظيف المستخدمة هى عبارة عن خليط من عدة مواد تعطى مجتمعة مع بعضها التأثير المنظف المطلوب.

تقسيم مواد التنظيف: يمكن تقسيم مواد التنظيف إلى الأقسام التالية:

١- منظفات قلوية: Alkaline detergents

وهى تقوم بإعطاء OH فى الوسط ولها القدرة على إذابة الدهن والبروتين كما لها فاعلية فى قتل الميكروبات وتختلف هذه الفاعلية بإختلاف قلويتها ويبين الجدول (٣٦) أهم المنظفات القلويه:

جدول (٣٦) أهم المنظفات القلويه مميزاتها وعيوبها

المنظف القلوى	المميزات	العيوب
الصودا الكاوية ويستخدم بتركيز ٠,٢ – ٢٪ (محلول ١٪ pH ١٢)	أقوى المنظفات قدرة على قتل الميكروبات وإزالة اللبن المتحجر	١- صعوبة إزالتها من الأسطح ٢- تلف المواد الخشبية ٣- تأثيرها التآكلى على الجلد والمعادن عدا الصلب غير القابل للصدأ
كربونات الصوديوم ٠,٢٪ محلول ١٪ pH ٩ – ١٠	إستحلاب الدهون وسهولة إزالتها	تأثيرها المطهر محدود فهى أقل فاعلية من NaoH
ميتاسليكات الصوديوم تستخدم بتركيز ٠,٠٢ – ٠,٠٥٪	لها خاصية ترطيب وبلل مما يساعد فى ١- إستحلاب الدهن ٢- سهولة إزالتها من الأسطح ٣- إعطاء لمعان للآلات المصنوعة من الألمونيوم ٤- ليس لها تأثير تآكلى على الأسطح المعدنية	لاتعتبر مادة تنظيف قائمة بذاتها لضعف قلويتها، لذا تضاف إلى مواد تنظيف أخرى لتحسن من صفاتها
فوسفات الصوديوم الثلاثية	١- إستحلاب الدهن ٢- سهولة إزالتها من الأسطح	ضعيفة فى قدرتها على إذابة اللبن المتحجر

٢- المنظفات الحمضية Acid detergents

ترجع فاعليتها إلى إنطلاق H^+ وتستخدم بتركيز ٠,١٪، pH لها ٦,٥ – ٦,٨. وهى إما أحماض عضوية ضعيفة مثل حمض الخليك والستريك، أو أحماض معدنية مثل الفوسفوريك والنتريك والهيدروكلوريك.

مميزاتها: قدرتها على إذابة بقايا أملاح الكالسيوم والماغنسيوم المترسبة على الأوانى والتى تؤدى لتكون حجر اللبن نتيجة إستخدام الماء العسر.

عيوبها: لاينصح بإستخدامها لخطورتها على العمال كما أنها ذات تأثير تآكلى كبير.

٣- المنظفات المتعادلة Neutral detergents

ومن أمثلتها الصابون ومركبات الأمونيوم الرباعية وهى تتميز بقطبيتها لذا تذوب فى الدهون ولها خاصية الترطيب كما ان لها تأثير مطهر.

٤- منظفات محسنة لخواص الماء Sequestring agents

ومن أمثلتها مادة فوسفات الصوديوم Sodium hexameta phosphate وترجع أهميتها فى إذابة كربونات الكالسيوم وكذا جعل الكازين فى صورة مفككه يسهل إذابته فى محلول الغسيل.

ولكربونات الكالسيوم المتكونه على الأسطح المعدنية آثار غير مرغوبة، فهى تضعف من قوة المحاليل القلوية المستخدمة فى التنظيف، وبالتالى تقلل من قيمة أو كفاءة عملية الغسيل. وهذه المنظفات تربط أملاح الكالسيوم والماغنسيوم فى الماء العسر وتحوله إلى ماء يسر.

تكوين مستحضر التنظيف Formation of detergent

يجب أن يشتمل المستحضر المكونات الأتيه:

١- مواد منتجة للقلويه خليط من كربونات الصوديوم وميتاسليكات الصوديوم بنسبة ٢ : ٣.

٢- مواد محسنة لخواص الماء (فوسفات الصوديوم Sodium hexameta phosphate)

٣- مواد مبلله او مرطبة (مركبات الأمونيوم الرباعية).

طرق التنظيف

يمكن تلخيص طرق التنظيف فى معامل ومصانع الألبان فيمايلى:

١- التنظيف اليدوى: Manual cleaning methods

ويستخدم ذلك النظام فى وحدات الإنتاج الصغيرة حيث الأدوات والأجهزة صغيرة يسهل فكها وغسلها باليد. ونرتب خطوات الغسيل كمايلى:

أ- تفكك جميع الأجزاء والوصلات.

ب- الغسيل المبدئ بماء مقبول (مستساغ) حرارته ٢٠- ٣٠ °م.

ج- الغسيل بالمنظفات بعد تحضيرها بالتركيز المناسب، وأن تكون درجة حرارة محاليل التنظيف ٤٠- ٥٠ °م مع إستخدام الفرش المناسبة. ويستخدم المنظف القلوى لتصبن الدهن ونزع المواد الغريبة، والمنظف الحمضى لإزالة اللبن المتحجر ويستخدم المنظف الحمضى بإنتظام فى اليوم الرابع بدلاً من المنظف القلوى، أى الغسيل ثلاثة أيام بالمنظف القلوى ثم يوم بالمنظف الحمضى على التوالى وعند إستخدام الماء العسر يراعى إضافة كربونات الصوديوم بنسبة ٠,٢ ٪ لمنع ترسيب أملاح الكالسيوم والماغنسيوم.

د- الشطف بماء فاتر لإزالة محلول التنظيف وكلما زادت حرارة ماء الشطف كان ذلك أفضل على أن يكون الماء المستخدم عالى الجودة.

هـ- التعقيم بمعقم مناسب لقتل الميكروبات (الغمر فى ماء ساخن او التعقيم بالكيماويات).

٢- تنظيف الأجهزة خارج مكانها Cleaning out place (COP) method

أ- وفى هذا النظام توضع كل الأجزاء المفككه والمشطوفة مبدئياً (خطوة أ، ب من التنظيف اليدوى) فى تنك كبير مملوء بالماء الساخن (٨٠ °م) ثم تضاف الكميات المطلوبة من المنظفات وتدار دورة الغسيل لمدة ٣٠ د تحت ضغط.

ب- يتم التخلص من محاليل التنظيف إما فى البالوعات أو تجمع لأغراض التنظيف الأخرى.

ج- تشطف الأجزاء بتيار مستمر من الماء، ثم يتم التخلص من ماء الشطف ويتم التعقيم بمعقم مناسب.

٣- تنظيف الأجهزة فى مكانها Cleaning in - place method (التنظيف المركزى)

هذا النظام مصمم هندسياً لتنظيف أجهزة المصنع دون فك الأجزاء ومن مميزاته:

أ- تقليل تدخل العنصر البشرى فى عملية التنظيف وتوفير الأمان للعاملين بالمصنع.

ب- توفير الوقت وكمية المنظفات المستخدمة والبخار ومواد التعقيم.

ج- تحسين الناحية الصحية إذ يربط النظام بين الفعل الكيماوى للمنظفات والفعل الطبيعى لدوران المحاليل (الفيزيائى) وتعتمد كفاءة التنظيف بنظام التنظيف المركزى على دقة التحكم فى وقت المعاملة والحرارة ونوع المنظفات وتركيزها والفعل الفيزيائى للمحلول (سرعة سريانه ونوعية السريان) وهذا يعتمد على تصميم النظام وإختيار المضخات المناسبة.

خطوات عملية التنظيف بطريقة التنظيف المركزى:

١- شطف الأنابيب جيداً بالماء النظيف بأسرع وقت ممكن بعد إنتهاء عملية التصنيع.

٢- غسل ونظافه زوايا الأنابيب المرتبطه والقطع المستخدمه فى الربط والحلقات المطاطيه بصورة جيده قبل إجراء التنظيف المركزى.

٣- تركيب مضخات وأنابيب التوصيل.

٤- إجراء عمليات التنظيف والتطهير لكل دورة من CIP حسب توصيات منتجى الأجهزة ومواد التنظيف.

٢- التعقيم (التطهير)

تعرف المطهرات بأنها مواد تستخدم لتقليل الحمل الميكروبى المتبقى على الأسطح بعد غسلها وشطفها أو القضاء عليها. وفى هذا المجال توجد عدة تعريفات:

Antimicrobial agents: مواد تؤدى إلى قتل او تثبيط الكائنات الحية الدقيقة.

Bactericidal: مواد تؤدى إلى قتل البكتريا.

Sporicidal: مواد تؤدى إلى القضاء على الجراثيم.

Sterilizers: مواد تؤدى إلى القضاء على الخلايا الحية أىً كان نوعها فى الوسط.

Saintizers: مواد تؤدى إلى خفض الحمل الميكروبى إلى الحد الآمن للصحة العامة.

Antispetics: مواد تستخدم لمنع التلوث عن طريق قتل أو تثبيط نمو الميكروبـات المرضية.

Bacteriostatic: مواد تمنع نمو البكتريا ولكن لاتقضى عليها.

Fungistatic: مواد تمنع نمو الفطريات ولكن لاتقضى عليها.

العوامل المؤثرة فى عملية التطهير: يتوقف تأثير المواد المطهرة على:

١- الحمل الميكروبى ٢- نوع الميكروب

٣- مدة التعرض للمطهر ٤- درجة الحرارة

٥- الوسط المجود به الميكروب خاصة ما بالوسط من مواد عضويه

وسائل التعقيم

يتم التعقيم إما بإستعمال المواد الكيميائية أو بالحرارة وتسمى التعقـيم بـالحرارة بإسم التعقيم الطبيعى Physical sterilization كما تـستخدم الأشـعة المؤينـه وفـوق البنفسجية فى التعقيم.

عيوب التعقيم الحرارى	مميزات التعقيم الكيماوى
١- صعوبة الوصول والحصول علـى درجـة الحرارة المطلوبه ٢- صعوبة نقل الأوانى المعقمة إلـى حجـرة التخزين ٣- الإحتياج إلى أماكن خاصة ومولدات للمياه الساخنة (غير إقتصادية)	١- تعمل على قتل الميكروبات بسرعة ٢- لاتحتاج لأماكن خاصة (إقتصادية)

أنواع التعقيم الحرارى:

البخار steam – الماء المغلـى boiling water – المـاء الـساخن hot water – الهواء الساخن hot air.

أنواع التعقيم الكيماوى: مركبات الكلور – مركبـات اليـود – مركبـات الأمونيـوم الرباعية.

انواع التعقيم بالأشعة: الأشعة المؤينه – الأشعة فوق البنفسجية.

أ- التعقيم الحرارى (التعقيم الطبيعى Physical sterilization)

ويبين الجدول (٣٧) مقارنة بين طرق التعقيم الحرارى (الطبيعى) المختلفة.

جدول (٣٧) مقارنة بين طرق التعقيم الحرارى (التعقيم الطبيعى Physical sterilization

التعقيم بالبخار	التعقيم بالماء المغلى	التعقيم بالماء الساخن	التعقيم بالهواء الساخن
مناسبة لتعقيم الأقساط وخطوط المواسير وخزانات اللبن. توضع الأوانى مقلوبة داخل كابينة أو فوق نافورة بخار - درجة الحرارة ١٠٠ °م / ٥ - ١٠ د. كفاءتها عالية	يستخدم بحرارة ١٠٠ °م / ١٠ د له تأثير الفوران - بعد التعرض للبخار يصرف البخار وتجفف الأوانى	تغمر الأوانى فى ماء ساخن ٩٣ °م / ٥ د. كما يستخدم لتطهير الأماكن المغلقة كخزانات اللبن المبستر	توضع الأوانى فى كابينة خاصة بها تيار من الهواء الساخن حرارته ٨٢ °م / ٢٠ د

ملاحظة:

١- من طرق التعقيم بالبخار (التعقيم فى الأتوكلاف تحت ضغط، التعقيم بالبخار المتقطع) ويرجع التأثير القاتل للبخار إلى تكسير أو هدم الأحماض النووية فى الخلية وتغيير فى طبيعة الإنزيمات وبروتينات الخلية والتأثير على الجدار الخلوى.
ويعاب على البخار أن تكرار إستخدامه يؤدى إلى:

i. إفساد دهانات الحيطان والمعدات.
ii. الضوضاء.
iii. التدهور السريع للخراطيم المطاطية.
iv. إضعاف اللحامات.
v. فقد كثير من الطاقة نتيجة التسرب من الصمامات غير المحكمة.

٢- التعقيم بالماء المغلى لايؤدى إلى القضاء الكامل للميكروبات ولذلك فهو يستخدم للتطهير وليس للتعقيم ويستخدم فى الأجهزة والأوعية.

٣- التعقيم بالحرارة الرطبة تؤدى إلى قتل البكتريا والفطر والفيروسات وتستخدم لتعقيم البيئات.

٤- التعقيم بالهواء الساخن (الحرارة الجافة) تستخدم فى تعقيم الأدوات الزجاجية، ويرجع تأثيرها القاتل إلى أكسدة مكونات الخلية وترسيب أو تغيير طبيعة بروتينات الخلية.

ب- التعقيم بالأشعة: وتشمل

١- الأشعة المؤينة: من أمثلتها أشعة جاما وأشعة X وهى ذات طول موجى قصير ولها قدرة عالية على الإختراق وتؤدى إلى قتل الميكروبات والخلايا الخضرية ولكن لاتؤثر على الفيروسات.

٢- الأشعة فوق البنفسجية: الأشعة ذات طول موجى ٢٥٠ - ٢٦٠ mm (طول موجى قصير) تؤدى لقتل معظم البكتريا إذ تؤثر على الحمض النووى DNA فى الخلية. الأشعة ذات طول موجى أقل من ٢٠٠ mm يتولد عنها غاز الأوزون ويزيد من كفاءة التعقيم ولكنه ذو تأثير ضار على الصحة.

ويلاحظ أن الأشعة فوق البنفسجية لاتخترق الأسطح القذرة، الزجاج، الماء ولذلك فهى تستخدم فى حالات معينة كما أنها تسبب ضررا للعين والجلد.

ج - التعقيم بالكيماويات

يوضح الجدول (٣٨) مقارنة بين بعض الكيماويات المستخدمة فى التعقيم فى معامل الألبان.

جدول (٣٨) التعقيم بالكيماويات:

مقارنة بين بعض الكيماويات المستخدمة فى تعقيم أدوات وأجهزة معامل الألبان

وجه المقارنة	مركبات الكلورين	مركبات اليود	مركبات الأمونيوم الرباعية
التركيز المستخدم	تستخدم بتركيز ٢٠٠ -٣٠٠ جزء / مليون ٢٤ °م /٥ د	تستخدم بتركيز ١٢,٥ – ٢٥ جزء / مليون ٤٣ °م	تستخدم بتركيز ٢٠٠ – ٤٠٠ جزء فى المليون ٢٤ °م / ١٥ د
إستخداماتها	تطهير مياه الشرب – حمامات السباحة – أرضية مصانع الأغذية والألبان	تطهير أجهزة معامل الألبان والأوانى ومطهر للجلد	تطهير أوانى وأجهزة مصانع الألبان – منظف ومادة ترطيب ومادة إستحلاب
من أمثلتها	هيبوكلوريت Ca, Na وغاز الكلور ومركبات الكلور العضوية مثل Chloamine T, Chloramine dioxide	الأيودوفور iodophore يوديد بوتاسيوم كلورامين ت -Chloramine T- potass. iodide	
تأثيرها	قتل الخلايا الخضرية البكتيرية والفطر دون الجراثيم حيث ينطلق حمض الهيبوكلوروس ثم O_2 Hypochlorite solution + H_2O ↓ Hypochlorous acid ↓ Hypochloric + free O_2	أكسدة الخلايا البكتيريه	تؤثر على البكتريا الموجبة لجرام أكثر من السلبة ممايؤدى لخفض البكتريا المقاومة للحرارة thermodurics
مميزاتها	ذات كفاءة تعقيم عالية فهى فعالة فى إبادة البكتريا – لاتتأثر بالماء العسر سوى هيبوكلوريت	– لاتسبب حساسية – لاتسبب تآكل – غير سامة – تستطيع الكشف عن	– لاتسبب تآكل – لاتهيج الجلد – عديمة اللون والطعم والرائحة – غير سامة – لها قدرة

وجه المقارنة	مركبات الكلورين	مركبات اليود	مركبات الأمونيوم الرباعية
	الكالسيوم الذى يكون غشاء على سطح الأوانى - رخيصة	اللبن المتحجر فتكسبه لون بنى مرئى	إختراق عالية وإبادة للميكروبات. ثابتة وتترك غشاء مبيد على الأسطح المعالجة يمنع نمو الميكروبات فترة حفظها حتى الإستخدام
عيوبها	لها تأثير تآكل على الألمونيوم والنحاس. ولتقليل التآكل ينصح بإضافة مركبات مانعة للتآكل corrosive inhibitors مثل فوسفات الصوديوم، كبريتات الصوديوم وساليسيلات الصوديوم (٠,٢ - ٠,٥٪) يقل تأثيرها فى وجود البقايا العضوية نظراً لإستهلاك O_2 - لها تأثير ضار بالصحة والجلد والجهاز التنفسى - لها رائحة قوية خاصة العضوية	يقل تأثيرها فى وجود البقايا العضوية - مكلفة - قد تؤدى إلى صبغ الأسطح -قلة تأثيرها على البكتريوفاج - نحتاج لتركيز مرتفع منها لقتل الجراثيم	إرتفاع ثمنها عن مركبات الكلورين - يقل تأثيرها فى وجود المواد العضويه

طرق تعقيم أجهزة وأدوات مصانع الألبان

أ- طريقة الدوران:

وتستخدم فى تعقيم المضخات والمواسير والمبردات حيث يستخدم محلول تعقيم بتركيز ٢٠٠ جزء / مليون لمدة ٥ د.

ب- طريقة الإنغماس:

وتستخدم للأدوات والأوانى الصغيرة حيث تغمس فى محلول تعقيم ٢٠٠ جزء / مليون لمدة ٥ د.

ج- طريقة الفرشاه:

وتستخدم فى أحواض الجبن والهزازات والأوعية المفتوحة مع محلول تعقيم ٤٠٠ جزء / مليون.

د- طريقة الضباب:

وتستخدم فى الصهاريج المغلقة والخزانات بإستخدام أجهزة خاصة تدفع الضباب على هيئة بخار دقيق يتراكم على الأسطح ثم يتم الغسيل بماء نظيف والضباب المستخدم من محلول تعقيم ٥٠٠ جزء / مليون.

ملحوظه:

تعالج الخضاضات قبل خض القشدة بمحلول تعقيم ١٠٠ - ٢٠٠ جزء / مليون من مركبات الكلور لمدة ١٠ - ٥ د مع إستخدام ماء ساخن بالتيادل مع محلول التعقيم.

خطوات تنظيف وتعقيم المعدات والأوانى

١- الشطف بماء بارد لإزالة بقايا اللبن

٢- الغسيل بمحلول تنظيف مناسب

٣- الشطف لإزالة بقايا المنظف

٤- التعقيم بطريقة مناسبة

٥- الحفظ بطريقة تضمن تجنب التلوث

ثانياً: تقليل الحمل الميكروبى للبن ومنتجاته

١- التبريد والمعاملات الحرارية

إن درجة حرارة اللبن بعد حلبه مباشرة هى الحرارة المثلى لنمو أكثر أنواع الميكروبات سواء مرضية أو مسببه للفساد، لذلك يجب خفض درجة حرارة اللبن بعد حلابته مباشرة لدرجة حرارة توقف فاعلية هذه الميكروبات، وتعتبر درجة حرارة ٥ – ١٠ °م درجة ملائمة لهذا الغرض. ولاتقضى عملية التبريد على البكتريا ولكنه يوقف نشاطها وتكاثرها خاصة إذا كان التبريد مفاجئ بعد الإنتاج.

ولما كان التبريد لايقضى على خطر الميكروبات الملوثة للبن لذا كان من الضرورى تعرض اللبن لمعاملات حرارية كفيلة بالقضاء على الميكروبات خاصة المرضية ومعظم الميكروبات الأخرى والتى قد تسبب فساد اللبن ومن هذه المعاملات الحرارية.

أ- البسترة Pasteurization

وهى معاملة حرارية تستخدم فيها معدات تتحكم فى الحرارة والمدة التى يتعرض لهما اللبن، وتخضع لمتطلبات قانونية من حيث المعدات وإجتياز اللبن المبستر لبعض الإختبارات.

ولما كان ميكروب السل هو أكثر الميكروبات المرضية تحملاً للحرارة فقد إتخذت درجات الحرارة والمدة اللازمتين للقضاء على هذا الميكروب كحد أدنى لتلك المعاملة. ويوضح الجدول التالى (٣٩) العلاقة بين درجات الحرارة ومدة التسخين اللازمه للقضاء على هذا الميكروب فى اللبن.

جدول (٣٩) العلاقة بين درجات الحرارة ومدة التسخين اللازمه للقضاء على ميكروب السل باللبن

درجات الحرارة	١٤٠ °ف (٦٠ °م)	١٥٠ °ف (٦٥,٥ °م)	١٦٠ °ف (٧١,١ °م)
المدة التى يقتل فيها الميكروب	١٥ د	٥ د	١٢ ث

ملحوظة: تستخدم بكتريا Coxiellaburnetti كدليل ميكروبى فى تحديد كفاءة عملية البسترة فهو أكثر مقاومة لحرارة البسترة عن بكتريا السل.

وللتأكد من قتل الميكروب (السل) لاتستعمل في البسترة درجات حرارة أقل من ٦٢,٨ °م (١٤٥ °ف) لمدة ٣٠ د أو ٧١,٥ °م (١٦١ °ف) لمدة ١٥ ث والأولى تعرف بطريقة الحجز أو الإمساك Holding method والثانية تعرف بطريقة الحرارة العالية لوقت قصير High temperature short time (HTST) وكلتا الطريقتين مسموح بها ولها تقريباً نفس التأثير.

i- طريقة الحجز أو الإمساك Holding method

تعتبر أقدم الطرق المستخدمة في البسترة وفيها ترفع درجة حرارة اللبن إلى ٦٢,٨ – ٦٥,٥ °م (١٤٥ – ١٥٠ °ف) ويحجز اللبن في هذا الحيز من الحرارة لمدة ٣٠ د على الأقل ثم يبرد فجائياً لدرجة حرارة تقل عن ١٠ °م (٥٠ °ف) ويجرى التسخين في هذه الطريقة على دفعات Bactches في أحواض خاصة مزدوجة الجدران ومزودة بمقلبات.

ii- طريقة الحرارة العالية لوقت قصير (HTST)

وفيها يسخن اللبن لدرجة حرارة مابين ٧١,٥ – ٧٢ °م (١٦١ – ١٦٢ °ف) لمدة ١٥ ث ثم يبرد فجائياً لدرجة حرارة لاتزيد عن ١٠ °م (٥٠ ث). وأهم ما يجب ملاحظته في هذه الطريقة هو عدم إختلاط اللبن الخام باللبن المبستر في قسم التبادل الحراري بالجهاز منعاً من تلوث الأخير. هذا بالإضافة إلى ضرورة ضبط صمام تحويل اللبن، وكذا سرعة مرور اللبن المسخن داخل أنبوبة الحجز بحيث يستغرق مدة ١٥ ث على الأقل لضمان كفاءة العملية.

ب- الغلي Boiling

والغلي ما هو إلا بسترة شديدة حيث ترفع درجة حرارة اللبن إلى نحو ١٠٠ °م، ومازالت هذه الطريقة متبعة في بعض المناطق لحفظ اللبن بالمنزل وفي هذه الطريقة يفضل إجراء العملية في حمام مائي وليس على اللهب مباشرة مع الأستمرار في الغلي والتقليب لعدة دقائق ثم يبرد وعاء اللبن سريعاً بغمره في ماء بارد.

ج- التعقيم Sterilization

والطريقة المتبعة حالياً في هذا الشأن هي الطريقة المسماة بالتسخين فوق العالي Ultra high temperature (UHT) وفيها يسخن اللبن إلى ١٣٥ – ١٤٠ °م لمدة ٢ ث تقريباً بإستخدام البخار المطلوب.

٢- الوسائل الميكانيكية

من الوسائل الميكانيكية المتبعة لتقليل الحمل الميكروبى للبن: الطرد المركزى - الترشيح الدقيق - الضغط العالى.

أ- تقليل الحمل الميكروبى للبن بالطرد المركزى Bactofugation أو bacterial centrifugation

وهى عملية لإزالة البكتريا بفعل الطرد المركزى وتتوقف عملية الإزالة على درجة الحرارة والقوة المستخدمة (عادة تعادل ٨٥٠٠ مرة قوة الجاذبية الأرضية) كما تتوقف على كثافة الميكروبات فمثلاً.

Vegetative bacteria	Aerobic spores	Clostridium butyricum
١,٠٧ - ١,١٢ جم / سم^3	١,٣٠٢ جم / سم^3	١,٣٣ جم / سم^3

وعليه فهى فعالة فى إزالة البكتريا عالية الكثافة مثل الجراثيم spore formers والخلايا الكبيرة الحجم. وفى هذه الطريقة تتناقص الحمولة البكتيريه للبن خلال الدقائق القليلة الأولى عند تمريره فى الجهاز. ويدور الجهاز بمعدل ٢٠,٠٠٠ دورة فى الدقيقة عند درجة حرارة حوالى ٧٠ °م حيث يزال من اللبن حوالى ٩٠٪ من الحمولة البكتيريه ثم يؤخذ اللبن ليمرر فى جهاز طرد مركزى بكتيرى اخر فيزيل ٩٠٪ من الحمولة البكتيرية المتبقية (١٠٪) وبهذا تكون الإزالة بمعدل ٩٩٪. ويلاحظ أن إزالة حوالى ٩٩٪ من حمولة اللبن البكتيرية قبل بسترته تكون ذات أثر كبير خاصة فى المناطق التى تزيد فيها الحمولة البكتيريه عن ٢٠ مليون خلية / مل.

ب- إستخدام الضغط العالى فى تقليل الحمل الميكروبى للبن Pressurization

تعريف تكنولوجيا الضغط المرتفع فى التصنيع الغذائى:

هى العملية التى تتعرض فيها المادة الغذائية المعبأة فى عبوة مغلقة مرنة لضغط يتراوح مابين ٥٠ - ٦٠٠ Mpa لمدة تتراوح من عدة ثوان إلى عدة ساعات وحرارة من ٤ - ٩٠ °م وفى أوعية ضغط سميكة الجدر إسطوانية الشكل مصنوعة من الصلب تسع من بضع ملليمترات إلى عدة أمتار مكعبة، ويتم ضغط وسط الإنتقال فيها

بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. ويحدث إرتفاع فى الحرارة أثناء المعاملة لأكثر من ٣ °م لكل ١٠٠ Mpa بينما يقل هذا الإرتفاع فـى الحـرارة تـدريجياً بإزالـة الـضغط Depressurization ويتم التحكم فى هذه الحرارة داخل المعدات المستخدمة لهذا الغرض بإستخدام المياه المحيطة بهذه المعدات.

ومن المميزات التى تميز معاملة الضغط العالى عن المعاملة الحراريـة هـو أن تأثير الضغط يعتمد على قاعدة باسكال حيث يصل تأثير الضغط لكل أجـزاء المـادة المعرضة له بعكس الحرارة والتى قد لاتصل لجميع أجزاء الغذاء بنفس المعدل.

نظرية الضغط المرتفع ودوره فى تثبيط نشاط الميكروبات

Theory of high pressure for microbial destruction

يؤدى تعرض الغذاء لضغط مرتفع إلى تكسير الـروابط غيـر التـساهمية non covalent bonds دون تأثير أو تأثير ضعيف جداً على الروابط التـساهمية covalent، وهذا يؤدى إلى تمزق البناء الثانى والثالث بكسر الروابط الأيدروجينية وكذا الـروابط الكارهة للماء (كلها روابط غير تساهمية) للجزيئات الكبيرة كالبروتينات والأحمـاض النووية والسكريات العديدة ممايثبط نشاط العديد من الميكروبات ويحد من نشاط بعض الأنزيمات، أما الجزيئات الصغيرة الحجم مثل الجزيئات المسئولة عن اللون والنكهـة وكذا الفيتامينات فلا تتأثر بالضغط العالى. ويرجع تثبيط الميكروبات بفعـل الـضغط العالى لما يأتى:

١- حدوث تغير فى طبيعة بروتين الخلية غير عكسى مما يؤدى لتلفه وتغيير خاصـيه نفاذيته وبالتالى حدوث رشح للمواد الخلويه، اذ تفقد معظم هذه المواد على ضـغط حوالى ٤٠٠ Mpa.

٢- حدوث خلل فى التوازن فى الخط الوسطى الفاصل بين الجدار الخلوى وسيتوبلازم الخلية مما يؤدى إلى انفصال جدار الخلية عن غـشائها الـسيتوبلازمى. بجانـب إنضغاط الفجوات الغازيه وإنهيارها.

٣- تمزيق الجدار النووى لذا نجد الميكروبات مميزة النواه eucaryotic (لهـا جـدار نووى) كالفطر والخميره اكثـر حـساسية للـضغط عـن غيـر مميـزة النـواه (Procaryotic) (ليس لها جدار نووى) كالبكتريا والطحالب.

٤- تغير فى طبيعة الريبوسومات مما يعطل من تخليق البروتين.

وبصفه عامة فقد لوحظ أن البكتريا السالبة لجرام أكثر حساسية من الموجبه لجرام كما أن البكتريا العصوية القصيرة أكثر حساسية من الكروية. وقد يرجع حساسية البكتريا السالبة لجرام لتأثير الضغط العالى مقارنة بالموجبه لجرام إلى زيادة سمك وصلابة جدر الموجبة إذ تمثل طبقة الميوسين mucin فى الموجبة ٩٠٪ من الوزن الجاف من جدار الخلية بينما لا تمثل هذه الطبقه اكثر من ١٠٪ فى حاله البكتريا الساليه.

كما وجد أن لنوع الوسط (البيئة) الموجود بها الميكروب له تأثير على المعاملة نفسها فمثلاً بكتريا *L. monocytogenes* يكون تأثرها عالٍ فى محلول منظم Buffer عن تأثيره فى وسط اللبن المحتوى مواد (دهن – بروتين – كربوهيدرات) قد تحمى الخلايا البكتيرية من تأثير الضغط.

ويلاحظ أن الجراثيم البكتيرية أكثر مقاومة للضغط فرغم أن ضغط عالٍ ١٠٠ Mpa يثبط كثير من الخلايا الخضريه فإن الجراثيم البكتيرية يمكن أن تقاوم ضغط يصل إلى ١٢٠٠ Mpa وقد يرجع ذلك لسمك غلافها. ورغم ذلك فقد وجد أن ضغط ١٠٠ – ٣٠٠ Mpa له تأثير واضح فى تثبيط بعض جراثيم البكتريا مثل Bacillus وقد يرجع ذلك إلى تشويهها بحيث لا يكون لها القدرة على التحول للصورة الخضرية. كما يلاحظ أيضاً أن الضغط لايثبط الجراثيم بحالتها الساكنة ولكنه يدفعها للإنبات أولاً فالخلايا الخضرية أكثر حساسية للضغط عن الجراثيم نفسها، وتتوقف نسبة الإنبات على نوع الميكروب والبيئة ودرجة الحرارة، فقد وجد فى جراثيم بعض أنواع من جنس Bacillus أنه بضغط ٢٥ Mpa وحرارة ٥٠ م ولمدة ٣٠ د أدى لإنبات ٥٠ – ٦٤٪ من هذه الجراثيم ويزداد الإنبات الحادث من هذه الجراثيم تحت نفس الظروف فقط مع وجود *L. alanine*. (الحمض الأمينى الانين اليسارى).

وقد وجد أنه لكى نحصل على لبن يماثل فى مدة حفظه للبن المبستر حرارياً (١٠ يوم / ١٠ °م) يجب تعريضه لضغط لايقل عن ٤٠٠ Mpa / ١٥ د، أو ٥٠٠ Mpa / ٣ د.

ولكن مع إمكانية إطالة فترة صلاحية اللبن بالضغط السابق إلا أن بعض السلالات المرضية مثل *Staphylococcus aureus , Listeria monocytogenes* يكون لها بعض

المقاومة وقد لاتتأثر بالضغط العالى كما أن بعض سلالات من *E. coli* تتأثر بصورة ضعيفة على ٦٠٠ Mpa / ٣٠ د وهذا يعنى أنه مع المعاملة بالضغط العالى فقط تتبقى بعض الميكروبات والتى تنمو ببطء على حرارة الثلاجة.

ولقد وجد أن التأثير (التثبيط) البكتيرى بالضغط العالى يمكن أن يزداد بإجراء معاملة تجمع بين الضغط العالى وأى معاملة أخرى كالمعاملة الحرارية أو تكرار الضغط أو المعاملة بالأنزيمات المحلله للخلايا قبل المعاملة بالضغط.

ج- إستخدام الترشيح الدقيق فى تقليل الحمل الميكروبى Microfilteration

وفيها تستخدم أغشية تحجز الجزيئات التى يزيد حجمها عن ٠,١ ميكرون وهذه تشمل البكتريا وحبيبات الدهن، وفى هذه الطريقة يفرز اللبن أولاً، ويمرر اللبن الفرز فى الجهاز فتمر بروتينات اللبن والجزيئات الأصغر حجماً مع الماء، وتحجز حبيبات الدهن والخلايا الجسمية، ويعامل المحتجز retentate بالبسترة أو التعقيم ويضاف إلى اللبن الفرز (permeate) كما تبستر القشدة وتضاف للبن الفرز بالنسبة المطلوبة، وتخفض هذه المعاملة الحمل البكتيرى فى اللبن الخام بمعدل ٩٩,٧٪.

٣- المعاملة بالإشعاع والذبذبات فوق الصوتية والتيار الكهربائى

ومعظم هذه الطرق لاتستخدم على نطاق تجارى فى مجال الألبان لمعالجة اللبن أو منتجاته ولكن قد تستخدم بعضها فى تعقيم جو المصنع.

أ- المعاملة بالإشعاع The irradiation

تعريف الإشعاع Definition of irradiation

هو طريقة من طرق حفظ الأغذية بدون إستخدام الحرارة لذلك يطلق عليها Cold process ويقوم الأشعاع بتقليل الحمل الميكروبى وقتل الحشرات.

الجرعات الإشعاعية Irradiation dose

الجرعة الإشعاعية هى كمية الطاقة الممتصة أثناء التعرض لمصدر مشع فى فترة زمنية محددة وتقاس بوحدة تسمى Gray.

والوحدة من Gray تعبر عن إمتصاص ١ جول من الطاقة لكل ١ كجم مادة غذائية.

وتقسم عملية الإشعاع تبعاً للجرعة المستخدمة فى الإشعاع إلى:

أ- Radappertization حيث تستخدم جرعة عالية (٣٠ - ٥٠ KGy) وتستخدم للقضاء على الميكروبات.

ب- Radicidation حيث تستخدم جرعة متوسطة (١ - ١٠ KGy).

ج- Radurization حيث تستخدم جرعة منخفضة (٠,٤ - ٢,٥ KGy).

وتستخدم الجرعات المتوسطة والمنخفضة فى الأغذية المجمدة للقضاء على البكتريا المرضية غير المتجرثمة مثل Listeria, Salmonella وكذا فى تقليل الحمل الميكروبى، وتعتبر هاتان الجرعتان متكافئة مع البسترة الحرارية، ولكن فى هذه الطريقة يتم القتل للميكروبات دون مشاركة الحرارة لذلك يطلق عليه البسترة الباردة Cold pasteurization.

تأثير الإشعاع على الكائنات الحية الدقيقة Effect on microorganisms

يعمل الإشعاع على حدوث تغيير فى تركيب غشاء الخلية كما يؤثر على نشاط إنزيماتها كما يعمل على هدم RNA, DNA فى نواة الخلية الميكروبية وبذلك يعوق إنقسام ونمو الخلايا، ويتوقف معدل القضاء على الخلايا الميكروبية وكذا الجرعة المستخدمه على:

١- معدل إنتاج الأيونات التى يتم عن طريق الإشعاع ومدى تفاعلها مع DNA.

٢- مدى مقاومة الكائنات الحية الدقيقة للإشعاع فنلاحظ أن للفيروسات قدرة على مقاومة الإشعاع (حسب الفترة الزمنية وشدة التعرض للإشعاع)، فى حين أن الخلايا الخضرية والجراثيم أقل مقاومة عن الفيروسات، بينما تعتبر مقاومة كل من الفطريات والخمائر والطفيليات ضعيفة ولاتتحمل الجرعات العالية من الإشعاع.

ويلاحظ ان أغلبية البكتريا تموت عند التعرض لجرعات تتراوح بين ٣ - ١٠ KGy وهذه الجرعة كافية للقضاء على *Salmonella typhimurium* كما يلاحظ أن البكتريا المقاومة لدرجة الحرارة العالية تقاوم فعل الإشعاع.

ب- المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء

لتعريض اللبن للأشعة فوق البنفسجية ultera violet (~ ٢٧٠٠ A°) تأثير مماثل لعملية البسترة ويرجع التأثير المبيد لهذه الأشعة إلى ما تحدثه من تغيرات فى طبيعة بروتينات الخلية الميكروبية ومركباتها الخلوية. ورغم ما قد تظهر هذه المعاملة من طعم محروق إذا لم تتخذ الإحتياطات اللازمة لذلك إلا أن هذه المعاملة تساعد على زيادة مايحتويه اللبن من فيتامين D.

وهناك أبحاث أجريت بأجهزة يطلق عليها Actinator لمعاملة اللبن تجمع فى تأثيرها بين فعل الأشعة فوق البنفسجية فى زيادة مايحتويه اللبن من فيتامين D وفعل الأشعة تحت الحمراء infra red (٢٧٤٠٠ A°) لإبادة الميكروبات، حيث يمرر اللبن فى هذه الطريقة فى أنابيب تسمح بتعريضه للأشعة فى طبقة رقيقة تضمن تعريض جميع الخلايا لفعل الإشعاع كما أن الأشعة الحمراء والمنطلقة بسرعة شديدة (٣ × ١٠° كجم / ث) تولد حرارة تكفى لقتل البكتريا خلال ١ - ٦ ث على أن يعقب تلك المعاملة تبريد اللبن بسرعة بتمريره فى مبادل حرارى عالى الكفاءة.

ج- المعاملة بالذبذبات فوق الصوتيه

من التجارب لوحظ أن إستعمال الذبذبات فوق الصوتيه (ترددها ٨٩٠٠ ذبذبة / ث) مصحوبة بالتعرض لدرجة حرارة ٤٠ - ٥٠ °م يؤدى لقتل معظم الخلايا الخضرية باللبن.

د- إستعمال التيار الكهربائى المتناوب

إستعمال التيار الكهربائى المتناوب مع اللبن أو القشدة كان له أثر مفيد فى تقليل العدد الميكروبى

٤- إستخدام المواد الحافظة (الكيماويات والمضادات الحيويه)

رغم أن معاملة اللبن والمنتجات اللبنية بالمواد الكيماوية أو المضادات الحيوية كوسيلة للحد من الحمل الميكروبى لهذه المنتجات يسمح به فى أماكن مختلفة من العالم بنسب محددة فإن بعض الدول تحرم إستخدام بعض هذه المواد. ومن الكيماويات المستخدمة فى هذا المجال:

أ – فوق أكسيد الأيدروجين
ب – نظام البيروكسيديز
ج – النترات والنتريت
د – مضادات الفطر
هـ– مضادات حلم الجبن
و– المضادات الحيويه

٥– إستخدام التكنولوجيا الحيوية Biological technology

نظراً للإتجاه العام نحو التحذير من إستخدام المواد الكيماوية كمواد حافظة، فقد إتجهت الأبحاث إلى التركيز على إستخدام نواتج التمثيل الطبيعية لبعض أنواع منتخبة من البكتريا أو البكتريا نفسها لتثبيط نشاط ميكروبات غير مرغوبة، ولما كانت نواتج التمثيل هذه عبارة عن مواد حيوية (بيولوجية) فقد يطلق على طريقة إستخدامها إسم التكنولوجيا الحيوية. ومن نواتج التمثيل هذه ما يسمى بالبكتريوسينات Bacteriocinis.

ويرجع إكتشاف البكتريوسينات لعام ١٩٢٥ عندما لوحظ تثبيط ميكروب □ *E. coli* بواسطة ميكروب *E. coli v*، وسميت المواد التى ينتجها الميكروب الثانى بإسم Colicins وعموماً يسمى البكتريوسين بإضافة المقطع cin إلى إسم الجنس (وهو الأكثر شيوعاً) أو إسم نوع البكتريا المنتجة له فمثلاً:

الميكروب	البكتريوسين
E. coli	Colicin
Staph. aureus	Staphylocin
Listeria monocytogenes	Monocin

خواص البكتريوسينات :

١- مواد بروتينية Proteinaceous تخلق فى الريبوسومات، وبعضها عبارة عن بلازميدات مثل Colicin الذى تفرزه *E. coli*. وبعضها مسئول عنها جين محمول على الكروموسوم مثل helviticin والذى تنتجه *L. helveticus*.

ملحوظة: الريبوسوم: أجسام على شكل حبيبات متناهية الصغر قطرها ~ ٢٠ nm تتركب أساساً من البروتين rRNA وتعتبر مركز تصنيع البروتين فى الخلية، وتوجد على الأسطح المحببة للشبكة الإندوبلازمية



ملحوظة: البلازميد: عناصر وراثية غالباً ماتوجد فى كل نوع من الخلايا البكتيريـــة، وهى توجد مستقلة داخل الخلية البكتيرية، وتتناسخ ذاتياً منفصلة تمامـــاً عـــن الكروموسوم الرئيسى للخلية البكتيرية.

٢- لها تأثير قاتل أو مثبط لسلالات أخرى ولكن ليس لها القدرة علـــى قتـــل الخلايـــا المنتجة لها وقد يرجع ذلك إلى:

أ- أن الميكروب المنتج للبكتريوسين يحمل جينات مسئولة عن إنتاج بروتينـــات للمناعة بجانب جينات إنتاج البكتريوسين.

ب- أو يحدث أثناء تخليق البكتريوسين أن ينشطر إلى جزئين:

- بكتريوسين نشط يفرز خارج الخلية وهذا يعمل إما على نطاق ضيق مـــن الميكروبات أو نطاق واسع حيث يثبط أطياف كثيرة من الميكروبات.
- بروتين مناعة تحتفظ به الخلية البكتيريـــة المنتجـــة للبكتريوســـين وهـــو متخصص فقط لنوع البكتريا المفرزة للبكتريوسين.

ميكانيكية التأثير القاتل أو المثبط للبكتريوسين:

يوجد على سطح الخلية الميكروبية الحساسة للبكتريوسين مستقبلات متخصـــصة، وهى عبارة عن مواد بروتينية وفوسفوليبيدية، وهذه المستقبلات يرتبط بها البكتريوسين، إذ غالباً مايحتوى البكتريوسين منطقة من الأحماض الأمينية القاعدية (حاملـــة لـــشحنة موجبه) وهذه تتفاعل الكتروستاتيكياً مع الشحنات السالبة الموجودة على فوســـفوليبيدات جدار الخلية. ويلاحظ أن لكل بكتريوسين مستقبل خاص، وبعد إرتبـــاط البكتريوســـين بسطح الخلية ينتقل البكتريوسين أو جزء منه خلال الجدار إلى الداخل والـــذى ينتقـــل عادة هو النهاية الطرفية الأمينية ثم تنتقل النهاية الكربوكسيلية ويقال أن الفعل المميـــت للبكتريوسين يرجع إليها. وفى بعض الحالات قد يكون بروتين المناعة ضرورى لربط البكتريوسين بالخلايا الميكروبية الحساسة له، وبمجرد الإرتباط ينطلق بروتين المناعة إلى البيئة ليحمى البكتريا المنتجة للبكتريوسين (بعمل نشاط بروتينى للمستقبلات) ورغم غموض ميكانيكية (آلية) إدخال البكتريوسين، ومروره خلال غشاء الخلية الحساسة له، إلا أن العملية يبدو أنها تحدث على مراحل ثلاثة:

الأولى: إرتباط البكتريوسين بمستقبل خاص على سطح الخلية.

الثانية: إقتحام البكتريوسين لغشاء الخلية وإنتقاله خلالها.

الثالثة: هو قتل الخلية والذى قد يحدث إما:

أ- نتيجة للثقوب التى تكونها البكتريوسينات فى جدار الخلية الميكروبية الحساسة له مما يقلل من القوة الكامنة فى غشائها ويزيد من نفاذية الغشاء لأيونات السائل الخلوى مثل أيونات البوتاسيوم، أى تعتبر الثقوب قنوات أيونية Ion channels تتسرب منها أيونات الخلية إلى الخارج.

أو ب- يحدث ذلك نتيجة دخول البكتريوسين إلى سيتوبلازم خلية الميكروب الحساس له، وقيامه بتحليل DNA, RNA أى يعمل البكتريوسين كإنزيمات DNAse, RNAse فيثبط تخليق البروتين.

أو ج- قد تحدث هذه البكتريوسينات من البداية تحللاً لغشاء الخلية Lysis ولكن هذا نادراً.

ويختلف نشاط البكتريوسينات فبعضها يلزم منها جزئ واحد لقتل خلية بكتيرية واحدة، وبعضها يلزم منها عدة جزيئات لقتل خلية بكتيرية واحدة ومن أمثلة النوع الأول Colicin ومن أمثلة النوع الثانى Nicin وتأثيره على بكتريا *L. monocytogenes*.

الأهمية العملية للبكتريوسينات والبكتريا المنتجة لها
The practicle importance of bacteriocins

لما كانت البكتريوسينات مواد بروتينية طبيعية مضادة للميكروبات، فقد إتجهت إليها الأنظار كوسائل لحفظ الغذاء خاصة الأغذية المحفوظة على حرارة منخفضة بالثلاجات حيث يتزامن مع الحفظ بالتبريد (الثلاجات) ظهور ميكروبات مرضية محبة للبرودة Psycrotrophic pathogens مثل *L. monocytogenes* والتى تنمو على درجة حرارة الثلاجة مما يلقى نوعاً من الظلال على مدى سلامة وأمن الغذاء المحفوظ بالثلاجة. ونظراً للإتجاه العام نحو التحذير من إستخدام المواد الكيماوية كمواد حافظة، فقد إتجهت الأبحاث إلى التركيز على إستخدام نواتج التمثيل الطبيعية لبعض أنواع منتخبة من البكتريا أو البكتريا نفسها لتثبيط نشاط ميكروبات غير مرغوبة ومن نواتج التمثيل هذه بعض مجموعة البكتريوسينات التى تنتجها بكتريا حمض اللاكتيك الموجبة لجرام خاصة بعض الأنواع التابعة للأجناس Lactococcus, Lactobacillus, Leuconostoc, Pedicoccus, Streptococcus ومن هذه الأنواع:

Lb. acidophilus, Lb. delbrueckii susp bulgaricus, Lb. delbrueckii susp lactis, Bifidobacterium bifidium

فهذه الميكروبات تستخدم فى كثير من الصناعات الغذائية المتخمـــرة Fermented foods بمفردها أو بالإشتراك مع غيرها (جدول ٤٠) لما لها من مميـــزات فـــى هـــذه المنتجات منها:

أ- سرعة نموها فلا تشجع التلوث بميكروبات أخرى.

ب- إستخدمت فى الصناعات الغذائية سنين طويلة حيث أمكن تنميتهـــا علـــى نطـــاق كبير.

ج- غير ممرضة.

د- لاتكون سموم.

جدول (٤٠) إستخدامات بكتريا حمض اللاكتيك (Luck and Erick , 1994)

الناتج	بكتريا حمض اللاكتيك المستخدمة
لبن أسيدوفلس Acidophilus milk	*Lb. acidophilus*
لبن خض بلغارى Bulgarian butter milk	*Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus*
Butter زبد	*L. lactis supsb. cremoris*
لبن خض Butter milk	*L. lactis supsb. cremoris , L. lactis supsb. lactis , Leuco. Lactis , Leuco. mesenteroides supsb. cremoris*
جبن Cheeses	*L. lactis supsb. lactis , L. lactis supsb. cremoris , Lb. casei , Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus , Lb. delbrueckii supsb.lactis , Lb. helveticus , Leuconostoc spp , Enterococcus spp.*
ألبان متخمرة Fermented milks	*Lb. acidophilus , Lb. bifidus , Lb. delbrueckii supsb. Bulgaricus , Lb. casei*
كفير Kefir	*L. lactis supsb. lactis , Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus*
كوميس Koumiss	*Lb. delbrueckii supsb. lactis , Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus*
قشدة حمضية Sour cream	*L. lactis supsb. cremoris*
يوغورت Yoghurt	*Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus , Str. thermophilus*
كشك	*Lb. brevis , Lb. casei , Lb. plantarum*

الأهمية الصحية والغذائية والصناعية للبكتريا المنتجة للبكتريوسينات (بكتريا حمض اللاكتيك)

١- تنتج بعض الفيتامينات (حمض الفوليك) والإنزيمات (اللاكتيز) مما يشجع التمثيل الغذائى فى الإنسان.

٢- تخفض مستوى الكوليسترول فى مصل الدم.

٣- تشجع النظام المناعى لإنتاج الملتهمات Macrophages.

٤- تقلل من مخاطر سرطان القولون بإزالة سمية Detoxification المواد السرطانية.

٥- تكسر بعض العوامل المضادة للتغذية Antinutritional factors مثل مثبط التربسين Trypsin inhibitor وحمض الفيتك Phytic acid.

٦- تستخدم صناعياً فى تخليق كثير من المواد الكيميائية والدوائية.

٧- بعضها يستوطن القناه الهضمية وتلعب دوراً نافعاً. وتضاف الخلايا الحية كمواد probiotics للأستهلاك الأدمى والحيوانى.

٨- إنتاجها للبكتريوسينات التى تثبط نشاط البكتريا غير المرغوبة.

وتتميز البكتريوسينات التى تنتجها بكتريا حمض اللاكتيك

أ- بأنها مثبطة للبكتريا الموجبة لجرام، وعديد منها فعال ضد الميكروبات المفسدة للغذاء والممرضة مثل *Bacillus cereus, Listeria monocytogenes, Staph. aureus, Clos. perfringens, Clastridium botulinum* ويقدر الحد الأدنى المثبط للبكتريا السابقة فى إختبارات البيئة المغذية بحوالى ٠,٠٠٦ إلى ١٢ جزء فى المليون.

ب- كثير منها ثابت ضد الحرارة لذا يمكن إستخدامها مع المعاملة الحرارية.

ج- لها تأثير قاتل واسع لكثير من الميكروبات.

د- قابلة للهضم وآمنة صحياً وفعالة فى التركيزات المختلفة.

العوامل التى شجعت على زيادة إستخدام البكتريوسينات وبكتريا حمض اللاكتيك المنتجة لها:

١- إعتماد كثير من الهيئات الغذائية على إستخدام مزارع البادئات المنتجة للبكتريوسينات bacteriocinogenic starters فى الأغذية المتخمرة وإعتبار ميكروباتها آمنه Generally regarded as safe (GRAS).

٢- تقدم التكنولوجيا الحديثة فى مجال الهندسة الوراثية، كدمج الخلايا ونقل الجينات وهندسة البروتين DNA المركب Recombinant DNA (أى من مجموعة من الجينات المختارة) مما يساعد على إنتاج أنواع من البكتريوسينات، وتوفير ميكروبات منتخبة وراثياً تستخدم بادئات لهذا الغرض.
٣- زيادة أمن هذه المواد الحافظة الحيوية عن أملاح النترات مثلاً والتى ثبت ضررها على صحة المستهلك ومعارضة المستهلك للمواد الحافظة التقليدية.
٤- وفرة بكتريا LAB المنتجة لهذه المواد وسهولة تنميتها والحصول على بكتريوسينات آمنة منها.

ومن **البكتريوسينات الآمنة** والتى ثبت فاعليتها منذ نصف قرن أو أكثر حتى الأن وصرح بإستخدامها فى عديد من الدول وفى عديد من المنتجات الغذائية ومنتجات الألبان

أ- النيسين Nicin:

تنتجه *L. lactis supsb. Lactis* وهو فعال ضد معظم البكتريا الموجبة لجرام، ويستخدم فى حفظ الجبن الجاف من الإنتفاخ المتأخر، كما يستخدم فى الجبن المطبوخ حيث يثبط الجراثيم المكونه لحمض البيوتريك *Clos. butyricum* ويضاف أثناء الطبخ (إنصهار الجبن بتركيز ٢ – ٨ مجم / كجم). كما يستخدم ضد ميكروب *Listeria monocytogenes* الذى يمكنه النمو فى المنتجات اللبنية المحفوظة فى الثلاجة.

ويلاحظ أن بكتريا *Listeria monocytogenes* موجب لجرام حساس لمدى واسع من البكتريوسينات. ونظراً لأن النيسين مقاوم للحرارة فى الوسط الحمضى لذا يستخدم كمادة مساعدة فى التعقيم لحفظ الخضروات خاصة منتجات الطماطم عند معاملتها حرارياً لمنع نمو الجراثيم التى تقاوم المعاملة الحرارية فهو يوفر ظروف تعقيم أقل شدة.

والنيسين Nicin عبارة عن مضاد حيوى عديد الببتيدات يتكون من ٤ أجزاء متشابهة البناء تتكون من ٢٩ – ٣٤ حمض أمينى منه ٨ أحماض أمينية كبريتية، ووزنه الجزيئ حوالى ٧٠٠٠ – ١٠٠٠٠ دالتون.

والنيسين ثابت لعدة سنوات فى صورته الجافة خاصة بإنخفاض الــ pH. كما انه مقاوم للحرارة حتى ١٢١ °م / ٣٠ د على pH ٢ ولكن يبدأ فى التحلل بالتسخين على pH ٤. ويتحلل بالإنزيمات الهاضمة والمحلله للبروتين مثل التربسين وكــذا إنزيمــات اللعاب وإفرازات الجهاز الهضمى ولكن غير حساس للمنفحة. لذلك فهو يتكــسر فــى القناه الهضمية بسرعة تحت تأثير إنزيماتها لذا لايحتمل أن يكون له تأثير ســام علــى الأنسان حيث أن هذا المركب وجد فى اللبن والجبن منذ القدم.

كما أن بكتريا اللبن التى تنتجه تتواجد بالأمعاء، ولم تسبب إضافة النيــسين إلــى عليقة الفئران بتركيز ٢٠ : ٦٠ مجم/ كجم عليقة لمدة ٢٤ شهر أى أضرار، كذلك لــم تسبب إضافة خليط من النيسين (٢ مجم / كجم من وزن الجسم) وحمــض الــسوربيك (٤٠ مجم / كجم من وزن الجسم) أية تأثيرات ضارة على الفئران البيضاء فى تجارب إستمرت عامين.

وتتركز فاعلية النيسين ضد أغشية السيتوبلازم حيث تتحطم هذه الأغــشية بعــد خروج الخلية من الحالة الجرثومية أو المتحوصلة، وهذا يعنى ان النيسين أكثر فاعلية ضد الجراثيم عنه ضد الخلايا الخضرية، ولكن قد يكون له تأثير فى زيــادة حــساسية البكتريا للحرارة. وهناك دلائل على أن التأثير المساعد للنيسين يبدأ بعد إنتهاء المعاملة الحرارية حيث يثبط من إنبات أو نشاط الجراثيم التى تحملت المعاملة الحرارية والتــى قد تبدأ فى الأنبات، وهذا يعنى أن النيسين لايهاجم الجراثيم مباشرة كمــا أن فاعليتــه لاتبدأ خلال المعاملة الحرارية ولكن بعدها. ويلاحظ أن النيسين لايثــبط الخمــائر أو الفطريات بل يمكن لكثير من الأحياء الدقيقة هدم النيسين بسرعة.

ب- البيماريسين Pimaricin

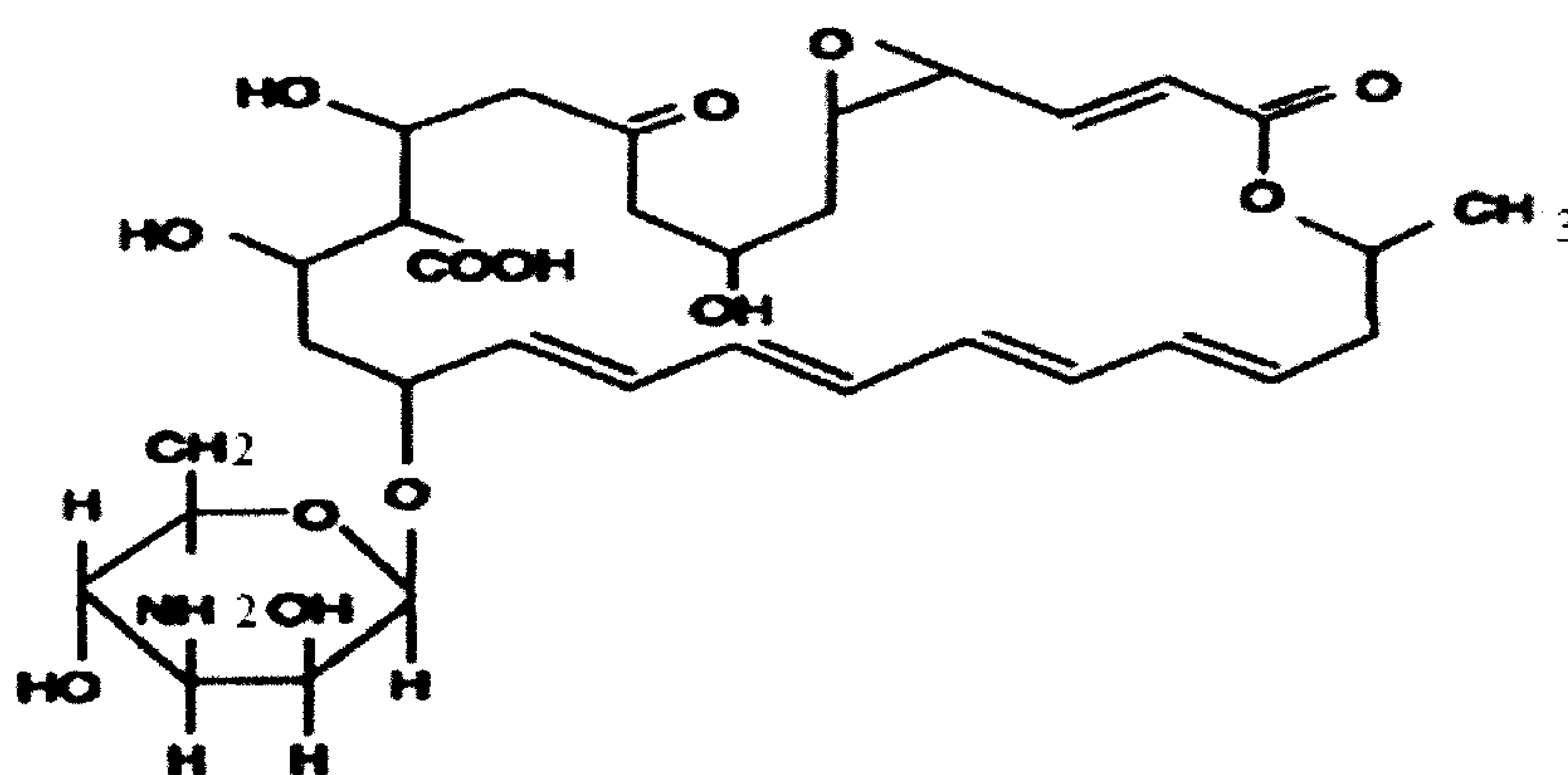
مضاد حيوى عزل من ناتج ترشيح Streptomyces natatensis وهو عبارة عــن بللورات إبرية بيضاء تنصهر على ١٨٠م قليل الذوبان فى الماء والكحول (٠,٠٠٥٪) وزنه الجزيئ ٦٦٥,٧٣ $C_{33}H_{47}NO_{13}$ ولايسبب البيماريسين أية أضرار صــحية عنــد إضافته بنسبة ٠,٠٥٪ (حوالى ٤٥ مجم / كجم من وزن الجسم) عند التغذية ٩٠ يــوم والجرعات الأكبر تسبب تقليل معدل الوزن وربما يسبب القئ والإسهال. ولايسبب أية أضرار بالأعضاء الداخلية.

وتتحمل الفئران لمدة عامين غذاء يحتوى على ٠,٢٪ بيماريسين دون أية أضرار. ورغم أن من أهم مجالات إستخدامه هو المجال الطبى، إلا أنه يسمح بإستخدامه فى بعض دول أوروبا الغربية فى حفظ اسطح الجبن حيث يغمر الجبن فى معلق يحتوى ٠,٠٥ : ٠,٢٥٪ أو يرش أو يدهن به سطح الجبن كما قد يضاف بتركيز ٠,٠٥٪ للأغلفة الصناعية وفى تغليف الجبن. ونظراً لقلة ذوبانه فى الماء فهو يتركز على السطح الخارجى للجبن ولاينفذ إلا القليل منه إلي داخل الجبن ويكون النفاذ أسرع وأعمق فى الجبن الطرى عن الجاف. كما يستخدم لمنع نمو الفطر على سطح اليوغورت.

ويؤثر البيماريسين فقط ضد الخمائر والفطريات وليس فعالاً ضد أى من البكتريا والفيروسات.

وتتحلل محاليل أو معلقات البيماريسين بالمواد المؤكسدة، المعادن الثقيلة والضوء وكذلك التسخين لمدة قصيرة وهو ثابت على pH من ٤ – ٧ وفى المجال الأكثر حموضة ينشطر المركب فى الأماكن المحتوية على كبارى الأكسجين إلى مركبات أخرى.

ويوجد البيماريسين تحت أسماء تجارية منها Myprozine , Delvocid , Delvopas , Delvocoat



Pimaricin $C_{33}H_{47}NO_{13}$

ج- ميسنتروسين Mesenterocin 5 o :

مخصص لأنواع الليستريا Listeria وليس فعالاً ضد LAB.

تعزيز (تشجيع) نشاط البكتريوسينات Enhancement of bacteriocin activity

وجد أن هناك بعض المواد التى تشجع فعل البكتريوسينات (معظم الأبحاث كانت عن إستخدام النيسين) من أمثلتها:

١- ملح الطعام (٢,٥ - ٤٪ وبعض الأحماض العضوية والمصرح بها غذائياً كحمض اللاكتيك والخليك، glucose - delta lactone (GDL)) وتعتبر هذه المواد ذات فعل تعاونى synergestic effect ويقال أنها تزيد من حساسية الجراثيم للنيسين وبالتالى يمكن خفض الجرعة المستخدمة منه.

٢- مواد الإستحلاب: وجد أن إضافة مواد الإستحلاب للألبان مرتفعة الدهن تزيد من فاعلية النيسين ضد بكتريا *Str. Agalactia, Listeria monocytogenes* ومن أمثلة هذه المواد Monoacylglycerols (lauric & oleic acid).

٣- مواد مكلبشة أو مخلبية مثل EDTA فمن المعروف أن النيسين فعال ضد الميكروبات الموجبة لجرام ولكن وجد أن إضافة بعض المواد المكلبشة تشجع من فعل النيسين على تثبيط البكتريا المرضية السالبة لجرام، وقد يعزى ذلك إلى أن هذه المواد ترتبط بأيون الماغنسيوم الموجود فى غشاء هذه الخلايا مما يساعد فى تمزيقها وإنتقال النيسين إليها.

٤- النتريت: إضافة النتريت مع النيسين ساعد على تثبيط جراثيم *Clost. botulinum*، ففى غياب النتريت لزم ١٥٠٠ وحدة دولية Iu / مل من البيئة للتثبيط بينما إضافة ٢٠ ppm من النتريت للبيئة خفض النيسين إلى ١٠٠ وحدة دولية / مل.

كيفية إضافة النيسين (البكتريوسينات)

قد تضاف إلى الغذاء مباشرة فى صورة نقية أو فى صورة نواتج تخمر ثانوية محتوية عليها أو إضافة LAB المنتجة لها.

العوامل التى تحد من كفاءة البكتريوسينات والبكتريا المنتجة له فى المنتجات:

١- ظهور بكتريا مقاومة: فقد وجد أن خلايا *Str. agalactia* أمكنها أن تبقى حية بعد تعرضها للنيسين فى تركيزات تعادل ٤٠ ضعف التى تحملته سابقاً.

كما أن تتابع نقل *Staph. aureus* من تركيزات منخفضة ٢,٥ Iu / مل إلى تركيزات أعلى حتى ٢٠٠٠ Iu /مل أكسبها مقاومة رغم أنها غير منتجة لإنزيم nisinase ويقال أن المقاومة ترجع إلى حدوث تغيير فى مستقبلات النيسين على جدار الخلية أو تغير الجين وإعطاء شفرات لتخليق بروتين مقاوم للنيسين.

٢- مقدرة بعض الميكروبات على تكسير النيسين: وجد أن بعض سلالات *Str. thermophilus, Lacto. plantarum* تفرز أنزيم nisinase وقد أمكن تحضير الإنزيم من هذه الميكروبات. وهذا الإنزيم متخصص على النيسين وغير فعال ضد مضادات حيوية أخرى، ويبدو أن فعل إنزيم nisinase فى تحلل النيسين لايرجع إلى تحلل بروتينى proteolytic degradation ولكنه لتفاعل إختزالى reductase reaction لمركب دهيدروألانين dehydroalanine المجاور للطرف الكربوكسيلى.

٣- حساسية البكتريا المنتجة للنيسين للإصابة بالبكتريوفاج.

٤- ضيق مدى الـ pH التى يعمل عليها النيسين.

٥- إرتباط النيسين ببعض مكونات الغذاء:

فيقال أنه يتفاعل مع بروتين المادة الغذائية مما يقلل من كفاءته، كما أنه يفقد جزءاً كبيراً من نشاطه فى الأغذية الغنية بالدهن، فقد لوحظ أن نشاط النيسين فى اللبن السائل ضد *L.monocytogenes* يعتمد على محتوى الدهن فى اللبن فزيادة دهن اللبن تقلل من فاعلية النيسين المضاف، ويفسر ذلك بإمتصاص النيسين على أسطح حبيبات الدهن مما يقلل من تأثيره على الخلايا، ودليل ذلك إن إضافة Tween 80 قد أعاد للنيسين نشاطه فى الألبان مرتفعة الدهن. وفى الجبن المطبوخ وجد أن نشاط النيسين ضد *Clos. botulinum* يزيد تأثيره بخفض الرطوبة (٥٤ – ٥٧٪) ووجود ملح الطعام (٢٪).

٦- تعمل الإنزيمات المحللة للبروتين وكذا الأكسدة والمعادن الثقيلة والرج الشديد والتجميد والتسييح على تقليل نشاط النيسين.

٧- قلة جودة الجبن المعامل بالنيسين: لقد وجد أنه رغم أن البادئات المنتجة للنيسين تمنع نمو الكوليستريديا غير المرغوبة والمسببه للإنتفاخ الغازى butyric blewing

للجبن، إلا أن الجبن الناتج والمعامل بالنيسين كان أقل جودة من الجبن الناتج بإستخدام البادئات العادية، كما أن البادئات المنتجة للنيسين حساسة للفاج، وأن الميكروبات المنتجة لإنزيم nisinase قد تقلل من كفاءة النيسين. لذا قد فكر البعض فى إستخدام بادئ يحتوى ميكروبات منتجة للنيسين وأخرى مقاومة له وقد ساعد ذلك فى تقليل الإنتفاخ الغازى بالجبن وإعطاء جبن أكثر جودة ويمكن إستخدامها كبديل للنترات للتغلب على الفساد الناتج عن إنتفاخ الجبن.

٨- ظهور سلالات ممرضة Food borne pathogens مقاومة للنيسين مثل *L.monocytogenes* خاصة عند زيادة التلوث وزيادة إحتمالية وجود طفرات مقاومة.

وقد أدت العوامل السابقة التى تحد من كفاءة البكتريوسينات والبكتريا المنتجة له إلى إضعاف مركز النيسين والبكتريوسينات الأخرى. كما أن عدم وجود دراسات كثيرة عن سمية البكتريوسينات الأخرى وبكتريا حمض اللاكتيك المنتجة لها bacteriocinogenic LAB ساعد على إضعاف هذا المركز. ويرجع قلة الدراسات الخاصة بالبكتريوسنات والميكروبات التابعة LAB إلى عدم وفرة البكتريوسينات النقية لعمل الإختبارات الكافية وإلى أن الإستخدام الآمن للنيسين لأكثر من خمسين عاماً وإدراك أن LAB غير مرضية وغير منتجة للسموم جعلنا نعتقد أن كل بكتريوسينات LAB آمنة.

ونرى أن الأعتبارات الأمنية لاتتوقف فقط على تحضير مستحضرات نقية من البكتريوسينات، بل يجب إجراء إختبارات مدى سميتها، وقد يرى البعض أنها إختبارات مكلفة إلا أن هناك إختبارات بسيطة يمكن الإعتماد عليها مثل Ames mutagenicity assay وإختبار سمية الخلايا Tissue culture cytotoxicity.

ومن طرق تقدير البكتريوسينات فى الأغذية:

إستخدام الطرق الحيويه وهى مبنية على أساس إستخلاص النيسين من الغذاء بغلى العينة فى حمض Hcl ٠,٠٢ أساس لمدة ١٠ د وطرد العينة لإستبعاد الطعام وإختبار الرائق بإستخدام:

١- طريقة Plate agar diffusion ويستخدم لذلك عـــادة ميكـــروب *St.agalactia, Str. cremoris, Micrococcus luteus*.

٢- تقدير ATP وهى أسرع من الطرق الحيوية إلا أنها مكلفة.

٣- Enzyme immon assay وهى أقل تعباً ويمكن تحويلها إلى automation.

وعموماً فإن الكشف عن المتبقى من النيسين يعتمد على درجة الحـــرارة ونمـــو الميكروب ومكونات البيئة، وبإضافة النيسين إلى الغذاء فإن جزءاً منه يبقى فى الغذاء ويمكن الكشف عنه، وهذه النسبة قد تبقى كما هى أو تتغير بالتخزين وهذا يعتمد علـــى تركيب الغذاء.

ملاحظات:

١- قد يطلق على البكتريوسينات Bacteria antimicrobial proteins فهى مواد بروتينية تنتجها عديد من الأجناس والسلالات البكتيرية مرضية وغير مرضية (جدول ٤١) لها نشاط قاتل bacteriocidal أو مثبط bacteriostatic ضد سلالات أخرى

جدول (٤١): بعض أجناس البكتريا المنتجة للبكتريوسينات (Thomas and Alan , 1993)

Acetobacter	Enterococcus	Leuconostoc	Serratia
Actinobacillus	Erivinia	Listeria	Shigella
Clostridium	Haemaphilus	Pediococcus	Staphylococcus
Bacillus	Haloferax	Propionibacterium	Streptococcus
Brevibacterium	Lactobacillus	Pseudomonas	Yersinia
Corynebacterium	Lactococcus	Salmonella	

٢- من أكثر السلالات إنتاجاً للبكتريوسين (nicin) ذى أثر فعال على البكتريا المـــسببه لفساد الغذاء وكذلك على البكتريا الممرضة هى سلالة *Lactococcus lactis supsb. lactis* وهناك بيئات مخلقة لتنمية هذه السلالة مرتفعة الثمن. وقد تمكـــن المركـــز القومى للبحوث (ابوبكر) إستنباط بيئة جديدة تعتمد فى تركيبها أساساً على الراشح Permeate لإنتاج بكتريوسين مشابه للنيسين. وكانت أفضل من البيئـــات المخلقـــة والمستوردة مثل ELikar, Harish, MRS - M17CYgL.

الجزء الثالث

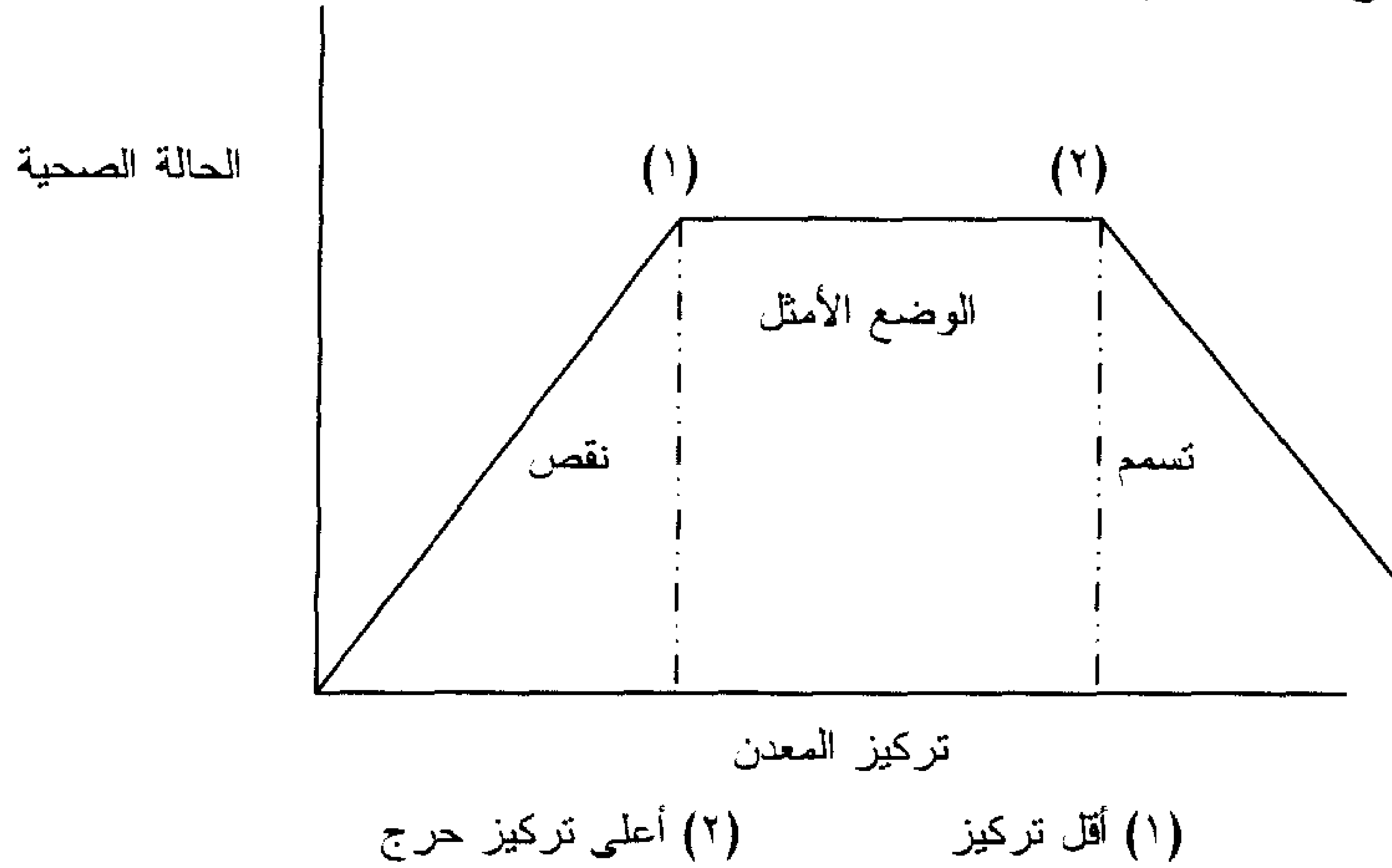
التلوث غير الحيوى للبن ومنتجاته

الفصل الثالث عشر

التلوث بالمعادن الثقيلة أو السامة

Heavy or Toxic Metals Contamination

المعادن الثقيلة هى المعادن التى تزيد كثافتها عن خمسة أمثال كثافة الماء. ويحتاج الإنسان والنبات والكائنات الحية بصفة عامة إلى بعضها بكميات ضئيلة Traces، وتركيزات حرجة للصحة والنمو. وتسمى هذه المجموعة بالعناصر النادرة Trace elements أو المغذيات الدقيقة Micronutrients وتسبب التركيزات الأعلى تسمماً كما هو موضح بالشكل (١).

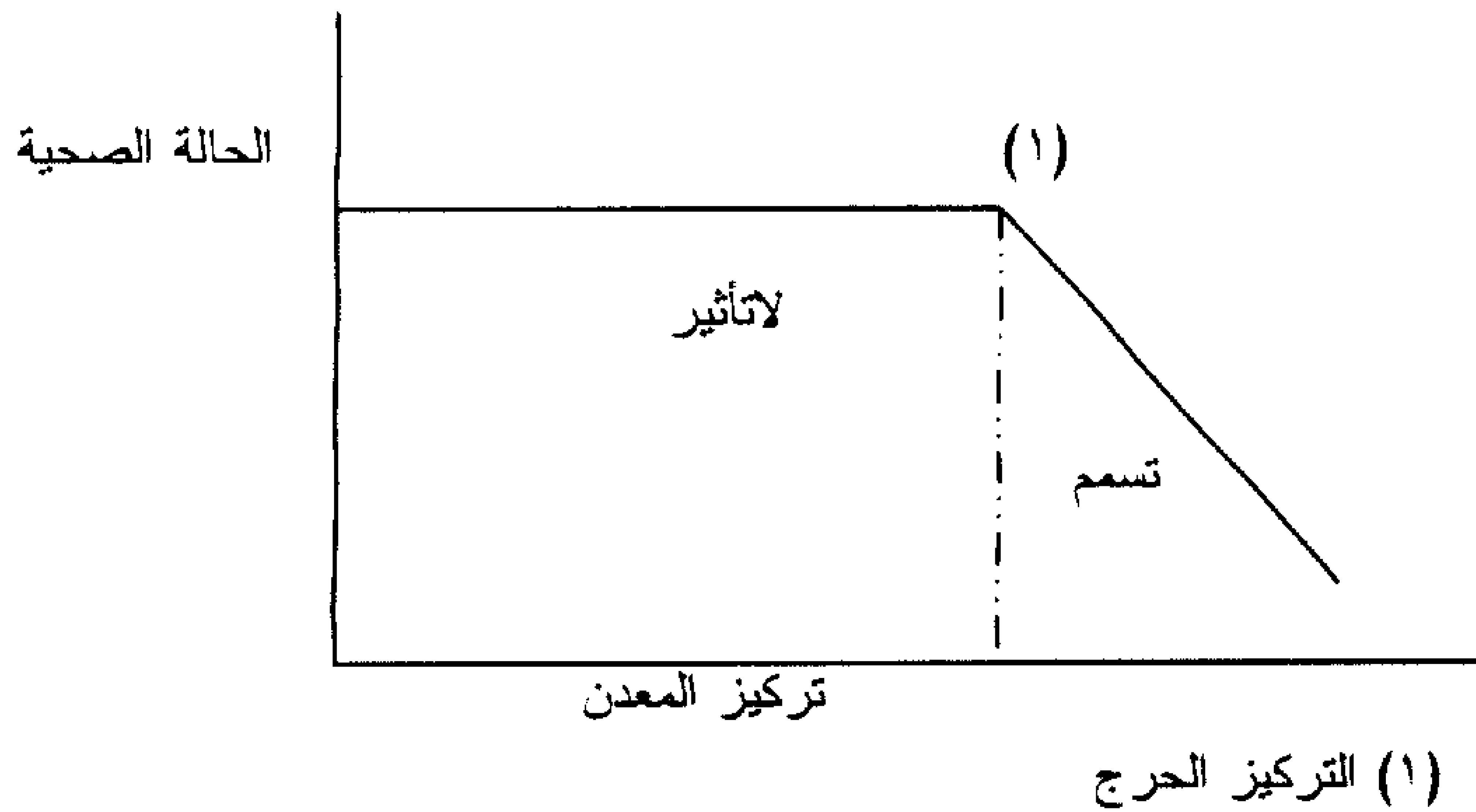


شكل (١): المغذيات الدقيقة وعلاقتها بالصحة (Micronutrients)

ومن الفلزات التى يسبب نقصها أمراضاً للحيوان: النحاس والحديد والزنك والكوبلت والسيلنيوم واليود. وترجع أهمية معظم هذه المعادن إلى أنها تدخل فى بناء جزيئات

الإنزيمات والبروتينات والتى تشترك فى عمليات التمثيل الغذائى. أى تدخل فى تركيب الكثير من المركبات العضوية ذات الأهمية الحيوية للجسم كالهيموجلوبين، الثيروكسين، والإنزيمات المحتوية على النحاس كأسيديز حمض الأسكوربيك، والزنك فى الإنزيم النازع لحمض الكربونيك Dehydroxy carbonic (نازع هيدروكسى الكربونيك) والموليبدنيوم فى أكسيد الزانثين. كما تدخل بعضها فى تكوين الفيتامينات مثل الكوبلت فى فيتامين B_{12}، وتدخل فى الهرمونات مثل الكبريت فى الإنسولين، اليود فى الثيروكسين. إلا أن وجود هذه العناصر فى الغذاء كمعدن أو كمركبات كيميائية من مصدر خارجى وبكميات كبيرة نسبياً يكون لها تأثيرات سامة للإنسان والحيوان، حتى لو إحتوى الغذاء على كميات ضئيلة منها فهى تؤثر على المدى الطويل على العمليات الحيوية بالجسم لأن لبعضها تأثيراً تراكمياً بالجسم.

وبجانب المغذيات الدقيقة Micronutrients توجد فلزات لايعرف لها ضرورة حيوية تسمى بالعناصر غير الأساسية Non essential elements، وقد تسمى أحياناً بالعناصر السامة شكل (٢) إذ تؤدى لموت الكائن الحى فى الحالات الشديدة، وترجع السمية الناتجة عن زيادة التركيز إلى تداخل هذه العناصر مع بعض نواتج التمثيل الغذائى أو الإحلال محل بعض العناصر الأساسية، أو التفاعل مع مجموعة الثيول SH ñ، أو الإضرار بجدار الخلية، أو التفاعل مع مجموعة الفوسفات فى مركبات الطاقة Adenosin diphosphate أدينوسين داى فوسفات (ADP)، Adenosin triphosphate (ATP) أدينوسين ثلاثى الفوسفات.



شكل (٢) العناصر غير الأساسية وعلاقتها بالصحة Non essential elements

مما سبق نرى أنه من الصعب أن نضع حداً فاصلاً بين المعادن الضرورية للتغذية Micronutrients والعناصر غير الأساسية من حيث السمية إذ يمكن القول أن جميع العناصر المعدنية سامة تقريباً إذا تناولها الإنسان أو الحيوان بكميات كبيرة.

ومن أهم المعادن الثقيلة والتى تعتبر من ملوثات الغذاء: الرصاص – الزئبق – الكادميوم – الزرنيخ – السيلنيوم – الأنتيمون – الألمونيوم – القصدير وغيرها.

وتصل هذه المعادن إلى البيئة من خلال العديد من العمليات الكيموحيوية والأنشطة البشرية، كالتوسع فى الصناعات الكيماوية مثل صناعة البلاستيك والملونات والبطاريات والمواد العازلة وصناعة المعادن، هذا بجانب مخلفات الإنسان والمبيدات والمخصبات الزراعية، كما تجد هذه الملوثات طريقها إلى المياه الجوفية والسطحية وكلها عوامل تؤدى لزيادة تركيز هذه العناصر بالتربة ومنها إلى السلسلة الغذائية (نبات – حيوان – إنسان). كما قد تتعرض المواد الغذائية أثناء إنتاجها أو تصنيعها أو تعبئتها أو نقلها أو حفظها للتلوث بأنواع مختلفة من المعادن الثقيلة نتيجة ملامسة المادة الغذائية لأسطح الأوانى والأدوات والعبوات ومواد التغليف التى تحتوى على آثار من هذه المعادن، أو نتيجة إستخدام مياه تحتوى على شوائب منها نتيجة مرورها فى أنابيب غير نقية وذلك فى عمليات الغسيل للخضر والفاكهة، أو إستخدام هذه المياه فى تصنيعها أو إستخدام مضافات غذائية غير نقية تحتوى على شوائب لهذه المعادن. كما تعتبر الأسماك فى طليعة الأغذية التى تتلوث بهذه السموم نتيجة إلقاء مخلفات كثيرة من المصانع والسفن والصرف الصحى فى مياه الأنهار والبحار، فقد وجد أن الأسماك التى يتم صيدها من بعض مناطق الشرق الأقصى، وبعض أنواع الأسماك التى تعيش فى مياه البحر الأبيض المتوسط غير صالحة للإستهلاك الآدمى لتلوثها ببعض هذه المعادن.

وتتوقف الكمية التى ترتبط من هذه المعادن بالمادة الغذائية على عدة عوامل منها: تركيب المادة الغذائية من ماء وأحماض، ونوع المعدن الملامس للمادة الغذائية، ومدة الملامسة، ودرجة الحرارة، ومدى نقاوة الماء المستعمل وخلوه من الشوائب المعدنية.

وتتمثل ميكانيكية التسمم بالمعادن الثقيلة غالباً فى تثبيط الإنزيمات المحتوية على مجموعات SH ñ وبالتالى يحدث تداخل بينها وبين تمثيل الخلية ووظيفتها ثم تلفها.

وتتوقف شدة السمية على نوع المعدن (العنصر السام) والجرعة المأخوذة، وتتمثل الأعراض العامة للتسمم المعدنى بتهيج أغشية المعدة والغثيان والمغص والقئ وفقر الدم وعادة تزول الأعراض بسرعة بعد القئ. كما تصاب الكلى بالإلتهاب، وقلة التبول (إحتباس البول) وإرتفاع اليوريا Urenia. كما يصاب الكبد بالتلف واليرقان Jaundice ويصاب الجهاز التنفسى بعدم إنتظام التنفس وصعوبته ويصاب الجهاز الدورى بإنخفاض الضغط وعدم إنتظام النبض ويصاب الجلد بفقد الشعر والتقرن Keratinization والتبقع Pigmentation.

ويختلف التسمم المعدنى عن التسمم الميكروبى فى أن المعدنى لايحتاج إلى فترة حضانة. ومن وسائل إسعافات التسمم المعدنى العامة:

١- غسيل القناه الهضمية بعوامل مرسبة للمعدن السام.

٢- إعطاء مواد ملطفة مثل اللبن وبياض البيض.

٣- إعطاء مواد ملينة مثل المانيتول.

٤- إعطاء مضاد للسم (ترياق) Specific antidotes.

٥- إستخدام مواد رابطة (مكلبشة) Chelating agents ويشترط فى هذه المواد أن تكون ذائبة فى الماء، ولها القدرة على تكون معقد مع المعدن، ومقاومة للهدم والتمثيل، ويسهل إفرازها وطردها من الجسم، ومن أمثلة هذه المواد جدول (٤٢)

جدول (٤٢) بعض المواد المكلبشة Chelating agents المستخدمة فى علاج وإسعاف التسمم المعدنى

المادة	إستخدامها	الآثار الجانبية
EDTA	فى حالات التسمم بالحديد والزئبق والنحاس والنيكل والزنك والمنجنيز والجرعة المستخدمة ٢٥ مجم / كجم من وزن الجسم ثلاث مرات يومياً	قلة التبول - نقص الكالسيوم والماغنسيوم - إضرار بالحالب
Penicillamine	وهو مشتق من السستئين. ويستخدم فى حالات التسمم بالرصاص والنحاس والزئبق.	طفح جلدى - حمى - نقص كرات الدم البيضاء - إلتهاب الكلى - إلتهاب العصب البصرى.

المادة	إستخدامها	الآثار الجانبية
Desferrioxamine	يستخدم فى حالات التسمم بالحديد ويستخدم عن طريق الفم أو الحقن تحت الجلد.	ألم فى موضع الحقن – طفح جلدى – إنخفاض الضغط – مغص – تشنج – فرط حساسية – صعوبة الرؤية (ضباب) Blurred vision

ولاتقتصر أضرار التلوث المعدنى للغذاء على الناحية الصحية، فبعض هذه المعادن تؤدى إلى تغيرات تضر بصفات المادة الغذائية وتقلل من رغبة المستهلك (طعم – لون – تزنخ). إذ قد تعمل بعض هذه المعادن على تنشيط إنزيمات وتفاعلات كيماوية غير مرغوبة تحدث تغيرات بالمادة الغذائية تنفر المستهلك.

طريقة الكشف عن المعادن الثقيلة باللبن: Detection of heavy metals in milk

من هذه الطرق طريقة Hankenson (1975)

٥٠ مل لبن + ٥٠ مل TCAA (٢٠٪) والرج لمدة ١/٢ ساعة والترشيح ←

فى الراشح يتم التعرف على المعدن وتقديره بواسطة جهاز الإمتصاص الذرى الطيفى Atomic absorption spectrophotometer وتستخدم هذه الطريقة للبن الخام والمبستر والمعقم والألبان المتخمرة. أما الألبان المركزة والمجففة فتخفف بالماء لتكون كاللبن الطبيعى.

ونتناول فيما يلى أهم المعادن الثقيلة الملوثة للغذاء.

الرصاص (Pb) Lead

نبذه تاريخية وإستخداماته:

يوجد الرصاص فى القشرة الأرضية فى صورة كبريتيد الرصاص (جالينا Galena) بمعدل ١٣ مجم / كجم ومنه يحضر الرصاص بالتسخين. وهو فلز وزنه الذرى ٢٠٧,٢، ورقمه الذرى ٨٢، ويوجد له عدة نظائر منها Pb206, Pb 208, Pb 209, Pb 224.

والفلز لين ثقيل يستخدم فى العديد من الصناعات مثل الأدوات الصحية، وتغطية الأسلاك والكابلات الكهربائية، وصناعة القذائف وسبيكة لحام المعادن (قصدير: رصاص) والإسبيداج والبويات وزجاج الكريستال، والملابس الخاصة بالعاملين بالمحطات النووية للحماية من إشعاعاتها، ويستخدم فى أغلفة البطاريات، كما يستخدم فى بعض المبيدات (زرنيخات الرصاص)، وطلاء بعض الأوانى ومساحيق التجميل وأصباغ الشعر، كما قد يضاف إلى البنزين (رابع إيثيل الرصاص Tetraethyl lead) لتحسين كفاءة محركات السيارات كما تحتوى مياه البحار على الرصاص بتركيز مابين ٩ – ٣٠٠ μg / لتر.

وقد إستخدمه القدماء المصريون والإغريق والصينيون والهنود فى صناعة أدوات الأكل وأنابيب المياه. كما إستخدم قديماً فى صناعة أوانى تعتيق الخمر وصناعته مما ساعد على تلوث الخمر بنسبة عالية منه. ويفسر بعض المؤرخين التهور العقلى لقواد الرومان القدامى إلى تعاطيهم كميات كبيرة من هذه الخمور المخزنة فى تلك الأوانى، فمن إحدى التجارب لتصنيع وتعتيق الخمر فى مثل هذه الأوانى وبنفس الإسلوب الذى كان يتبعه هؤلاء الرومان كانت نسبة الرصاص فى الخمر تتراوح ما بين ٢٤٠ – ١٠٠٠ مجم / لتر وهى نسبة عالية جداً تؤدى إلى التسمم.

مصادر تلوث الأغذية بالرصاص:

يصل الرصاص إلى المواد الغذائية إما عن طريق البقايا التى تبقى بالتربة، أو عن طريق إستعمال المعدن نفسه أو السبائك التى تستخدم فى صناعة الأوانى والآلات

والعبوات التى تلامس الغذاء أثناء إنتاجه وحفظه. فالأوانى التـــى تطلـــى بالقـــصدير المحتوى على الرصاص، وكذلك الوصلات الملحومة وأنابيب الرصاص قد تسبب كلها أو بعضها تلوثاً للمادة الغذائية، فقد لوحظ أنه بترك الماء فى أنابيـــب أو أوعيـــة مـــن الرصاص لأيام قليلة فإن تركيز الرصاص فى هذا الماء قد يصل لحوالى ١مجم / لتر. كما أن إستخدام (زرنيخات الرصاص) المبيدات وإستخدام رابع إيثيل الرصـــاص فـــى مخلوط البنزين كوقود للسيارات كمانع للفرقعة Antiknock فإن هذه المبيدات وعـــوادم السيارات تبقى بقاياها على الخضر والفاكهة.

ومن المصادر الخطرة ايضاً للتلوث بالرصاص إستخدام بعض أملاح الرصـــاص لعمل الكمادات أو لإحداث الإجهاض.

ومن الجدير بالذكر أن الرصاص العضوى المضاف للوقود يخـــرج مـــع عـــادم السيارات فى صورة غير عضوية على هيئة أكاسيد وكلوريدات وبروميدات الرصاص، والتى تتحول فى الجو إلى كربونات الرصاص وتمثل هذه العملية ٩٥٪ من مـــصادر تلوث الهواء بمركبات الرصاص فقد وجد أن السيارة الواحدة فى أمريكا الشمالية تلوث الجو بحوالى ٢,٥ كجم من الرصاص فى السنة ونظراً لصغر حجم جزيئات الرصاص فإنها تنتشر من منطقة إلى أخرى ولمسافات بعيدة وقد لاتترسب إلا بعد عدة أيام. ففى دراسة عن تلوث الهواء بمدينة القاهرة الكبرى وجد أن نسبة العالق من الرصاص فى الهواء تتراوح مابين ٢٥ – ١١٠٠ مجم / م^{٣} وهى نسبة عالية.

كما وجد أن متوسط عنصر الرصاص فى الأراضى الزراعية بالوجـــه البحـــرى بعيداً عن مصادر التلوث ١٥ جزء / مليون بينما إرتفع إلـــى ٢٢٦ جـــزء / مليـــون بالقرب من طريق القاهرة – الإسكندرية الزراعى وقدرت المساحة الملوثة على جانبى هذا الطريق بأكثر من ٦ آلاف فدان كما وجد أن المحاصيل التى تزرع بجـــوار هـــذه الطرق الرئيسية تحتوى نسبة عالية من الرصاص تصل لأكثر من ١٠٠ جزء / مليون من الوزن الجاف فى بعض الحالات. وينعكس ذلك على حيوانات اللبن التـــى تتغـــذى على الأعلاف الناتجة من هذه المحاصيل وكذلك الحيوانات التى تشرب مـــن التـــرع والمصارف القريبة من هذه الطرق حيث ترتفع نسبة الرصاص فى لبنها.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالرصاص

يصل الرصاص إلى الإنسان إما عن طريق التنفس (الجهاز التنفسى) أو عن طريق الغذاء (الجهاز الهضمى) ويمثل الرصاص فى الأغذية حوالى ٩٠٪ من الرصاص الذى يصل إلى الإنسان، ويبين الجدول (٤٣) متوسط ماقد تحتويه بعض الأغذية من الرصاص.

جدول (٤٣) متوسط ما تحتويه بعض الأغذية من الرصاص

المادة الغذائية	الرصاص مجم / كجم	المادة الغذائية	الرصاص مجم / كجم
الخضروات الطازجة	٠,٢٢	الحبوب	٠,١٧
الخضروات المعلبة	٠,٢٤	الأسماك واللحوم	٠,١٧
الفاكهة الطازجة	٠,١٢	ماء الشرب	٠,٠٠٥ (٥ µg /لتر)
الفاكهة المعلبة	٠,٤٠	اللبن	٠,٠٣

الرصاص فى المنتجات النباتية:

تزيد نسبة الرصاص فى الخضروات الورقية (الخس – السبانخ – الكرنب) عن الخضروات الأخرى وذلك لزيادة قدرة النباتات الورقية على إمتصاصه (فمتوسط تركيز الرصاص فى السبانخ ٠,٠٤٥ مجم / كجم) بينما فى البصل ٠,٠٠٥ مجم / كجم والبصل نبات يمتص الرصاص بدرجة أقل.

كما أن الفاكهة التى يحتوى سطحها على شعيرات (مشمش – الخوخ ....) تحمل كمية أكبر من الرصاص مقارنة بالفاكهة ذات السطح الأملس (جوافة – كمثرى ...).

وفى عمليات التصنيع والحفظ قد يزيد محتوى هذه الأغذية من الرصاص وذلك نتيجة إنتقاله من معدات التصنيع الغذائى ومن اللحام الجانبى لعلب الصفيح المستخدمة فى الحفظ وتتوقف كمية الرصاص والقصدير المأخوذه على نوع الصفيح المستخدم، ونوع اللحام الجانبى، وخواص وتركيب الغذاء، فقد وجد أن كمية القصدير والرصاص تتناسب طردياً مع حموضة الغذاء ومايحتويه من حمض الأكساليك فتزيد فى صلصة الطماطم (إنخفاض pH) وفى السبانخ (حمض الأكساليك) خصوصاً عند تخزين العلب

لفترة طويلة حيث أن حموضة الصلصة وحمض أكساليك السبانخ يسببان تآكل العلبة من الداخل.

الرصاص فى المنتجات الحيوانية:

تحتوى المنتجات الحيوانية (لحم – لبن – بيض) على كمية أقل من الرصاص عن المنتجات النباتية كما أن الرصاص يتواجد فى اللبن بتركيزات أقل عن الأغذية الحيوانية والنباتية فى نفس المنطقة وهذا يدل أنه تحت الظروف الطبيعية فإن الثدييات الحلابة تمرر نسبة ضئيلة من الرصاص الملوث للغذاء أو الملوث للبيئة إلى لبنها وتعتبر هذه الثدييات مرشحات فعالة لهذه المواد.

وقد أشارت الدراسات إلى أن محتوى لبن الأم من الرصاص ٠,١٧ جزء فى المليون، وفى لبن البقر مابين ٠,٠٠١ : ٠,٠٨٣ بمتوسط ٠,٠١٩ جزء فى المليون وتزيد فى مناطق مناجم الرصاص إلى ٠,١٤ جزء فى المليون فى لبن الأبقار. وفى نطاق القاهرة الكبرى وجد أن اللبن يحتوى مابين ٠,٠٣ – ٠,٠٥ جزء فى المليون فى ألبان حيوانات المزرعة. وهذه النسب لاتمثل خطورة على صحة الإنسان ولكن فى عينات عشوائية من مدينة الزقازيق كان الرصاص (جزء / مليون) لبن مبستراً ١,٥٠، لبن معقم ١,٠٨٧، لبن مركز ١١,٠٧١، لبن متخمر ٤,٦٩٤، ولبن مجفف ٨,١٣٣ وهى تركيزات أعلى من الحدود المسموح بها فى اللبن ومنتجاته.

وفى إحدى التجارب غذيت الأبقار على عليقة تحتوى ١٣ مجم رصاص / ٥٠ كجم من وزن الجسم لمدة ٤ أشهر وكانت النسبة فى اللبن أقل من ٠,٠٥ جزء فى المليون وقد يرجع ذلك كما سبق إلى أن الحيوان يعمل كمرشح يحتجز المعادن الثقيلة ويقلل من وصولها إلى اللبن، ويتركز الرصاص الممتص من العليقة أساساً فى الكلى والكبد ويزداد هذا المحتوى بتقدم عمر الحيوان وهذا يدل على أن فضلات الذبيحة (كبد – كلى) تسهم بدرجة كبيرة من كميات الرصاص التى قد يتناولها الإنسان.

الرصاص والأغذية البحرية:

تتلوث الأسماك والحيوانات البحرية بالرصاص فى المناطق الصناعية التى يصل إلى مياه الأنهار والبحار التى تعيش فيها هذه الأسماك. ويبين الجدول التالى (٤٤)

تركيز الرصاص فى مياه نهر النيل وكذا فى أسماك البلطى والبياض التى تم صـــيدها من هذه المناطق.

جدول (٤٤) تركيز الرصاص فى مياه نهر النيل وكذا فى أسماك البلطى والبياض (جزء / البليون)

المنطقة	ماء النهر	السمك البلطى	السمك البياض
شبرا الخيمة	١٧٠٠	١٢٥١	١٥٨
إمبابة	١٦٦٠	٤٠٥	١٠٤٤
التحرير	١٢٧٠	٤٧٣	٦٨٨
الجيزة	١٣٢٠	٥٧٢	٣٦٥
المعادى	١٣٦٠	٥٣٦	٩٨١

وفى دراسة على بعض ملوثات المياه من المعادن الثقيلة وتأثيرها علـــى ســـمك البلطى النيلى المستزرع فى إحدى المزارع الخاصة، وجد أن مستوى تركيز الرصاص فى المياه ٠,٤٩ جزء فى المليون (٤٩٠ جزء/ البليون) أى أعلى من الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية WHo وهو ٠,٠٥ / جزء فى المليـــون (٥٠ جـــزء / بليون) كما كان مستوى الرصاص فى الجزء المأكول من أسماك البلطـــى المـــستزرع بلغ ٦,٥ جزء فى المليون (٦٥٠ جزء / بليون) وهى أيضاً أعلى من الحدود المسموح بها من قبل WHO.

وتحتوى الأسماك فى المياه غير الملوثة على نسبة منخفضة من الرصاص (أقـــل من ٨٠ جزء / البليون) وتشير الدراسات إلى ان المصانع تلقى فـــى البحـــار ســـنوياً مايزيد عن ٢٥٠ ألف طن من الرصاص، ومن الدراسات التى أجريـــت فـــى خلـــيج تسالونيك باليونان وجد أن تركيز الرصاص فى أنسجة بعض الكائنات البحريـــة فـــى المنطقة الغربية من معمل إنتاج رابع إيثيل الرصاص يصل إلى ١٥٠ – ٤٨٠ جـــزء فى المليون ppm.

الإحتياجات الغذائية والتشريعات الخاصة بالرصاص:

تصل نسبة الرصاص بالجسم ١,٧ μg / جم فى الأنـــسجة، كمـــا أن ٩٠٪ مـــن الرصاص الموجود بالجسم يوجد بالعظام.

والإحتياجات الغذائية المسموح بها من الرصاص للبالغين ٤٠٠ µg يومياً ويحصل الإنسان منها حوالى ١٠ µg من ماء الشرب ويحصل من الغذاء على ١٠٠ – ٤٠٠ µg أما المتحصل عليها عن طريق الهواء فهو أقل من ذلك.

وتبعاً للهيئات الغذائية العالمية (WHO / FAO) فالحد الأقصى المسموح بـه مـن الرصاص هو ٣ مجم / إسبوعياً / للفرد أو ٤٥ µg / كجم من وزن الجسم إسـبوعياً. ويعتبر تركيز ١٠ µg / لتر دم هو الحد الأقصى المسموح بـه. ويتـراوح التركيـز الحرج للرصاص فى الدم مابين ٢٥ – ٣٥ µg / لتر وقد تصل إلى ٦٠ – ١٠٠ µg / لتر فى دم الأفراد المعرضين للرصاص خاصة فى البلاد المتخلفة.

وتبعاً للمواصفات الدولية فإن الحد الأقصى المسموح به لعنصر الرصـاص فـى الغذاء هو جزء – ٥ أجزاء فى المليون (١٠٠٠ – ٥٠٠٠ جزء فى البليون) وفى اللبن ٠,١ جزء / مليون، والجرعة المميتة من الرصاص ٠,٥ جم ومستوى الرصاص فـى الهواء الطلق يجب ألايزيد عن ١,٥ µg / م^3.

إمتصاص وتمثيل الرصاص بالجسم

تدخل مركبات الرصاص إلى أنسجة الجسم عن طريق الفم (الجهـاز الهـضمى) والإستنشاق (الجهاز التنفسى)، وقد وجد أن ٣٠ – ٥٠٪ مـن الرصـاص المستنـشق يصل مباشرة إلى الدم عن طريق الرئتين مسبباً مايسمى بالتـسمم بالرصـاص Lead intoxication. ويمثل الرصاص فى الأغذية ٩٠٪ من الرصاص الـذى يـصل إلـى الجسم. ويتوقف مدى إمتصاص الرصاص فى القناه الهضمية على صورته الكيماوية، فالمركبات العضوية مثل رابع إيثيل الرصاص يمتص بمعدل ٩٠٪ فى القناه الهضمية وتتركز أساساً فى العظام ولحد أقل فى الكبد والكلى والعضلات والجهـاز المركـزى العصبى، أما مركبات الرصاص غير العضوية فهى أقل إمتصاصاً فى القناه الهضمية إذ تبلغ الكمية الممتصة منه ٥ – ١٠٪ بالنسبة للبالغين، ٤٠ – ٥٠٪ بالنسبة للأطفـال ومن الجدير بالذكر أن مركبات الرصاص غير العضوية لاتمتص خلال الجلد، ويفرز الرصاص الممتص أساساً فى البول والبراز بمعدل ٦٠ – ٧٥٪ منه، كما يتوقف معدل إمتصاص الرصاص على عوامل تغذوية فيمتص بمعدل أكبر عند تناوله بعـد صـيام طويل (١٦ ساعة)، كما تزداد الكمية الممتصة منه بنقص الكالسيوم والحديد والزنـك فى الغذاء ويفسر ذلك إلى التنافس بين إمتصاص هذه العناصر وبين الرصـاص فـى

مواقع الإمتصاص بالقناة الهضمية، كما تزداد الكمية الممتصة من الرصاص إذا كان الغذاء غنياً فى الكربوهيدرات فقيراً فى البروتين.

وتمثيل الرصاص فى الجسم يشبه تمثيل الكالسيوم، ويمكن للرصاص أن يحل محل الكالسيوم فى الجسم، ويخزن فى صورة فوسفات الرصاص فى العظام، والعوامل التى تساعد على تخزين الكالسيوم فى العظام تعمل بدورها على تخزين الرصاص، ولكن يعود الرصاص المخزن إلى الدم مسبباً مشاكل فى الكلى والجهاز البولى فى بعض الحالات كما هو الحال فى الشيخوخة حيث تفقد العظام عناصرها المعدنية والتى منها الرصاص الذى سبق أن حل محل الكالسيوم.

التأثير السام للرصاص وأعراض التسمم:

من الآثار الناجمة عن التلوث بالرصاص سوء الهضم والإمساك ونوبات شديدة من الآلم فى البطن، الهزال وفقدان الشهية، والصداع وزيادة العرق وشحوب اللون. وتعمل مركبات الرصاص على تثبيط كثير من التفاعلات الحيوية الهامة فى الجسم حيث وجد أن الرصاص فى الدم يعيق إفراز حمض اليوريك مما يؤدى إلى الإصابة بمرض النقرس. كما ينشأ عن التسمم المزمن الأنيميا، وذلك نتيجة إنخفاض نسبة الهيموجلوبين بالدم مما يؤدى إلى تلون اللثة بلون أزرق عندما تصل نسبة الرصاص فى الدم (٠,٦ – ٠,٨ جزء فى المليون) مع إصابة المريض بإضطرابات نفسية وذهنية حيث يصاب بالتخلف العقلى، وصعوبة التعلم وفقدان النطق أو العمى والإفراط فى الحركة، والميل للسلوك العدوانى وخلل الجهاز الهضمى وتلف الكلى. وتتوقف هذه الأعراض على درجة التلوث إذ يوجد للتسمم بالرصاص ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى:

وهى مرحلة لاعرضية Asymptomatic حيث لايصاحبها تغير فى سلوك العضو أو إختلال فى وظيفته، ومن الأعراض المبكرة للتسمم البسيط بالرصاص هو الأنيميا البسيطة، إذ يسبب الرصاص خللاً فى تخليق الدم حيث أنه يثبط الأنزيمات اللازمة لتخليق الدم.

لذلك فإن إرتفاع مستويات الرصاص بالدم يسبب أنيميا وقصر مدة حياة الكرات الحمراء ويمثل التخطيط التالى ميكانيكية تكوين الهيم:

$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-S\text{-}CoA$ + $H_3N-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

succinyl-CoA glycine

↓ δ-aminolevulinic acid synthase (ALAS)

$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-NH_2$

δ-aminolevulinic acid (ALA)

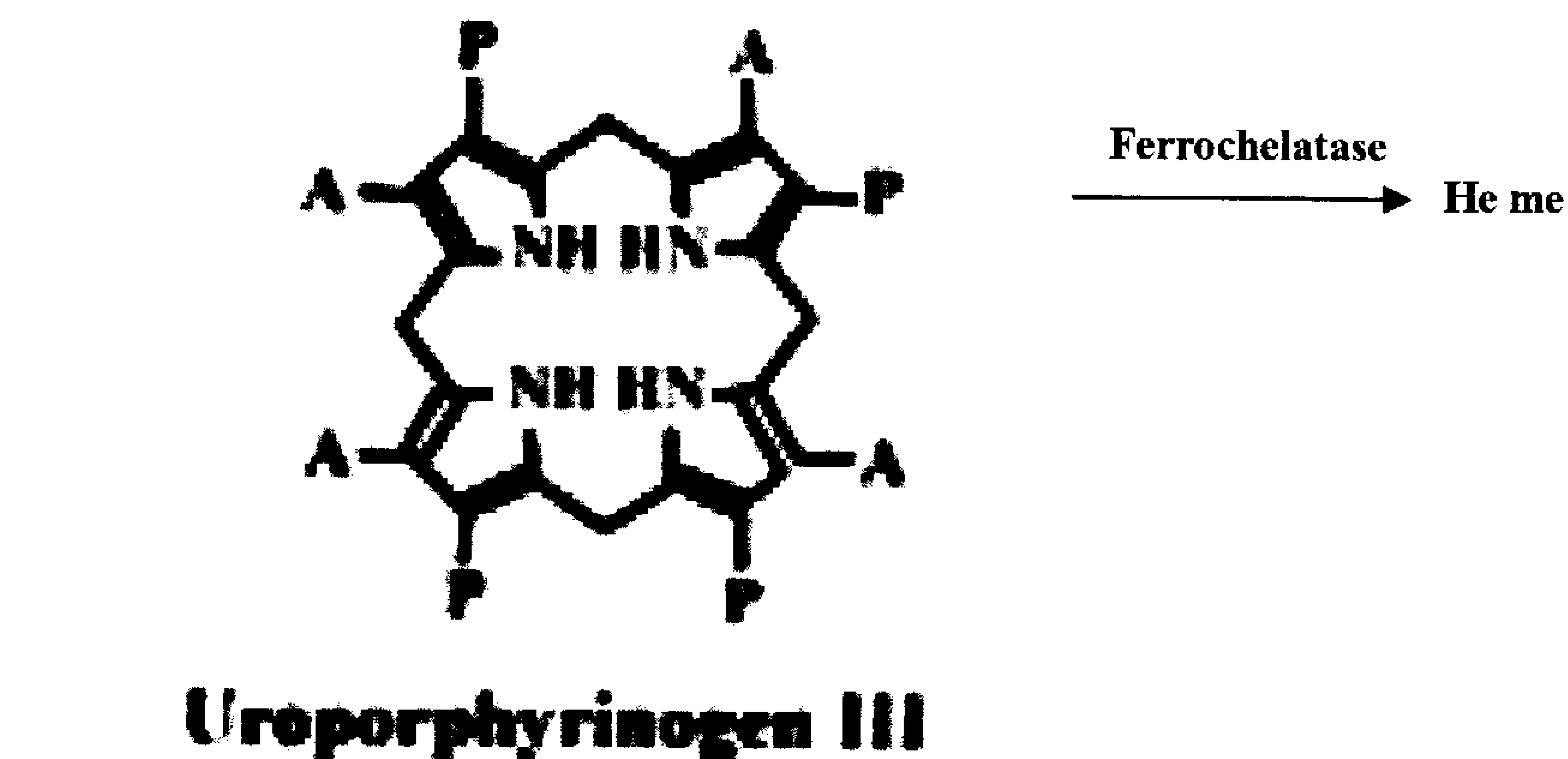
↓ يتجمع جزيئان (ALA)

2 ALA → δamino levulinic acid dehydrotase (δ ALAD)

COO
COO⁻
H_3N
N
H

Porphobilinogen (PBG)

↓ تتجمع أربع وحدات من PBG



Uroporphyrinogen III

المرحلة الثانية:

وهى مرحلة ظهور الأعراض Symptomatic حيث تكون الأنيميا واضحة كما يظهر خلل بالجهاز العصبى المركزى والذى تتمثل فى زيادة الحركة، وتهور السلوك، وخلل الإدراك الحسى، وإرتعاش العضلات، وعدم القدرة على التنسيق فى الحركات وبطء الفهم وفقدان الذاكرة، وعدم الشعور بالراحة. ويصل مستوى الرصاص فى هذه المرحلة فى المخ والكبد ٥ – ١٠ أضعاف نسبته فى الدم مما يؤدى إلى تدمير المخ والجهاز العصبى.

المرحلة الثالثة:

وفيها تصل حدة التسمم إلى حد بعيد ومن أعراضها الفشل الكلوى والتشنج والإغماء والموت، وتحدث هذه الحالة نتيجة لبعض الحوادث الصناعية كتناول دهانات المنازل وتعاطى كميات كبيرة من بعض الخمور مثل moonshine whisky. وقد وجد أن أكثر حالات التسمم البسيطة بالرصاص تحدث بسبب تلوث مياه الشرب. ويوضح الجدول التالى (٤٥) العلاقة بين مستوى الرصاص بالدم وأعراض التسمم الناجمة عنه

جدول (٤٥) العلاقة بين مستوى الرصاص بالدم وأعراض التسمم بالرصاص

مستوى الرصاص بالدم (مجم / ١٠٠ مل)	أعراض التسمم بالرصاص
٢٥ – ٥٠	نقص الهيموجلوبين
٥٠ – ٦٠	أنيميا حادة
أكثر من ٦٠ وأقل من ١٢٠	زيادة الحركة – قلة الإنتباه – العدوانية – خلل الجهاز العصبى
أكثر من ١٢٠	قلة الفهم – فقدان الذاكرة – الفشل الكلوى – العمى – الموت

ويعتبر الأطفال والحوامل أكثر تأثراً بمركبات الرصاص. فهناك علاقة واضحة بين زيادة تركيز الرصاص فى جسم الأطفال ومستوى ذكائهم، إذ ان الرصاص يعيق نمو خلايا المخ والخلايا العصبية لهؤلاء الأطفال، كما وجد أن ٠,٦ جزء فى المليون من الرصاص فى دم الأطفال يؤدى إلى تسمم واضح والموت. وقد يرجع شدة تأثر الأطفال بالتركيزات القليلة من الرصاص لقلة محتوى جسمهم من الدم.

كما توجد علاقة بين الحوامل ومركبات الرصاص وأثر ذلك على الأطفال فقد وجد أن تركيز ٧ – ٨ مجم رصاص / ١٠٠ مل من دم الحامل يؤدى إلى تراكم الرصاص فى الجنين وولادة أطفال لديهم تشوه خلقى أو أطفال ناقصى الوزن لديهم محتوى مرتفع من الرصاص فى الدم (٢٥ µg / ١٠٠ مل) مما يجعلهم ذوى مقدرة ضعيفة للإستجابة للمؤثرات الضوئية والبصرية.

الإحتياطات الواجب مراعاتها لتقليل الآثار الضارة عن التلوث بالرصاص

١- عدم إستخدام العلب الملحومة بسبيكة لحام من القصدير والرصاص.
٢- تعبئة العصائر فى عبوات زجاجية أو ورقية كرتون مبطن برقائق الألمونيوم والبولى إيثلين.
٣- عدم إضافته إلى البنزين فى آلات الحرق الداخلى.
٤- العناية بعمليات تنظيف وتقشير الخضروات والفاكهة والتخلص من الأجزاء غير القابلة للأكل.
٥- غلى الفاكهة والخضروات بعد تقشيرها قد يخفض من محتواها من هذا العنصر جدول (٤٦).

جدول (٤٦) تأثير عمليات الإعداد والتجهيز على محتوى بعض الخضروات من الرصاص (µg / كجم)

عملية الإعداد	فاصوليا خضراء	جزر	قنبيط	كرنب	بطاطس
المادة الخام	٤٥	٦٠	٦١	٤١	٢٩٩
تنظيف ميكانيكى	٤٠	٤٤	٣١	–	٧٢
تنظيف وغسيل	٢٥	٤٥	٢٨	٢٧	–
تقشير وغسيل	–	٣٤	–	٢٣	٢٤
غليان ثم تقشير	٢٨	–	٢٦	–	٢٧
تقشير ثم غليان	–	٣٦	–	٢٣	٢٤

الزئبق Mercury (Hg)

وجوده وإستخداماته:

يعتبر الزئبق الفلز الوحيد الموجود فى صورة سائلة على درجة الحرارة العاديـــة. وزنه الذرى ٢٠٠,٥٩ ورقمه الذرى ٨٠ وهو واسع الإنتشار فى البيئة إذ يوجـــد فـــى القشرة الأرضية فى صورة كبريتيد أحمر يسمى سينابار Cinabar ومنـــه يـــستخلص الزئبق.

ويستعمل الزئبق وأملاحه فى كثير من العمليات التصنيعية الكيماوية والكهربائيـــة والطبية. فيستخدم الزئبق النقى فى علاج إنسداد الأمعـــاء bowl obstructract، وفـــى صناعة بعض المراهم ammoniated mercury وصناعة بعض الأصباغ، والبطاريـــات والترمومترات والمصابيح الكهربائية، وإستخلاص الذهب والفضة، وصـــناعة الـــورق لإزالة المواد الغروية.

وتستخدم أملاح الزئبق فى تطهير المعدات الطبية، وصناعة المبيدات خاصة تلـــك المقاومة للطحالب والفطريات التى تصيب محاصيل الحبوب قبل حصادها، مثل أمراض اللفحة والتبقع والتفحم، حيث يستخدم مركب إيثيل الزئبق ومثيل الزئبق فى مقاومة هذه الأمراض، ويستخدم إيثيل الزئبق فى معالجة تقاوى العديد من الحبوب. ويستخدم أكسيد الزئبق فى معالجة قاع السفن لحمايتها من الطحالب وبعض القواقع.

مصادر التلوث بالزئبق

تعتبر البيئة المائية من أكثر البيئات عرضة للتلوث بالزئبق، وذلك من المخلفات الصناعية التى تحتوى على الزئبق ويلقى بها فى هذه البيئة لتصل فى النهاية إلى الأنهار والبحيرات، حيث تتحول مركبات الزئبق غير العضوية فى رواسب هذه الأنهار إلى مركبات عضوية مثل ميثيل الزئبق الشديدة السمية ومنها ثنائى مثيل الزئبق Dimethyl mercury والذى يزداد معدل تكوينه فى الوسط القلوى، وهو أكثر قابلية

للتطاير عن أحادى مثيل الزئبق Mono methyl mercury والذى يزداد معدل تكوينه فى الوسط الحامضى. ويحدث التحول من الصورة غير العضوية إلى الصورة العضوية بفعل بعض الميكروبات التى تضيف مجموعة المثيل بيولوجياً Biological methylation إلى الصورة غير العضوية. ومن هذه الميكروبات بعض البكتريا مثل: *Clostridium, Pseudomonas, Enterobacter, E. coli* وبعض الفطريات مثل *Neurospora, Aspergillus*.

وتعتبر صناعة الكلور والصودا الكاوية من كلوريد الصوديوم أحد المصادر المهمة لتلوث الهواء بعنصر الزئبق، حيث ينبعث ٠,١ – ٢ كجم من الزئبق فى صورة بخار زئبق لكل ٢٠٠ كجم كلور، ومن مصادر تلوث الهواء بالزئبق الأصباغ ومحطات الطاقة التى تعمل بالفحم ويسبب بخار الزئبق آثاراً خطيرة على الجهاز العصبى. ومن مصادر التلوث بالزئبق أيضاً أحجار البطاريات الصغيرة والتى تستخدم فى الكاميرات وسماعات الأذن والتى يمكن أن يبتلعها الأطفال. كما قد يتلوث اللبن عن طريق إستعمال المراهم المحتوية على الزئبق لمقاومة الطفيليات التى تصيب الحيوانات الحلابة وكذلك من الحبوب المعالجة عند تغذية الحيوانات عليها مما يؤدى إلى إفرازه باللبن، كما يعتبر شرب الحيوانات من مياه المجارى المائية المحتوية على مخلفات بعض المصانع إحدى مصادر التلوث. وقد ينتقل الزئبق عن طريق الهواء الجوى، إذ يولد بخاراً على درجات الحرارة العادية ينطلق بإستمرار فى الهواء المحيط. ويزداد ذلك بالعمليات الصناعية التى تستخدم فيها الحرارة.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالزئبق

يحتوى غذاء الإنسان العادى على مالايقل عن ٥ µg / كجم من الغذاء. ويبين الجدول (٤٧) متوسط كمية الزئبق فى بعض الأطعمة.

جدول (٤٧) متوسط ماتحتويه بعض الأغذية من الزئبق

المادة الغذائية	الزئبق µg / كجم جاف	المادة الغذائية	الزئبق µg / كجم جاف
الأسماك	٢٠٠	الخضروات	١٠
الحبوب	١٠	منتجات الألبان	٥
اللحوم	١٠	اطعمة أخرى	٥

ومن الجدول يتضح ان معظم الأغذية (عدا السمك) تحتوى على نسبة ضئيلة مــن الزئبق فى صورة مثيل الزئبق تقل عادة عن ١٠ جزء فى المليون.

الأطعمة البحرية:

تعتبر الأطعمة البحرية المصدر الرئيسى للزئبق فى غذاء الإنسان، إذ يصل تركيز الزئبق بها ألف ضعف الموجود بالبيئة، كما أن المحارات يتجمع فيها الزئبق من البيئة المائية لمعدل يصل إلى ثلاثة آلاف ضعف الموجود فى الوسط المائى الموجودة به. وتشير الأبحاث أن ٩٩٪ من أسماك العالم تحتوى نسبة من الزئبق أقل من ٥٠٠ µg / كجم فى المياه غير الملوثة وتزيد هذه النسبة فى أسماك المياه الملوثة لأكثر من ١٠٠٠ µg / كجم، وتحتوى الأسماك الكبيرة مثل التونة والماكريل على نسبة أعلى من الزئبق عن الأسماك الصغيرة مثل السردين، ويرجع ذلك إلى طبيعتها المفترسة (للأسماك الأخرى). كما تحتوى الحيوانات البحرية (الجمبرى – الأصداف) على تركيزات عالية أيضاً بسبب طول مدة حياتها بالمقارنة بالأسماك.

ورغم ان المخلفات الصناعية التى تصرف فى الأنهار والمجارى المائية تحتوى على تركيزات ضئيلة من الزئبق لاتتجاوز ٠,١ جزء فى المليون، إلا أنه ونظراً للخواص التراكمية للزئبق داخل الأنسجة الحيوانية، فقد يصل تركيز الزئبق فى أنسجة بعض الأسماك إلى حوالى ٥٠ جزء / مليون، أى أن معامل التراكم يبلغ ٥٠٠ ضعف من المياه الملوثة. وتقوم الأسماك بتجميع وتخزين الزئبق فى صورة فنيل الزئبق الذى يرتبط ببروتينات هذه الأسماك بواسطة إحدى ذرات الكبريت. ويبين الجدول (٤٨) تركيز الزئبق (جزء فى البليون) فى مياه نهر النيل وأسماك البلطى والبياض التى تم صيدها منه فى نطاق القاهرة الكبرى.

جدول (٤٨) تركيز الزئبق فى مياه نهر النيل وأسماك البلطى والبياض (جزء/ البليون)

المنطقة	ماء النهر	السمك البلطى	السمك البياض
شبرا الخيمة	٣,٥٦	٣,٠٦	٢,٧٦
إمبابة	٣,٥٩	٠,٢٩	٤,٧٣
التحرير	٣,٤٩	٨,٥٩	٤,٧٤
الجيزة	٣,٠٤٦	١,٤٦	١,٠٢
المعادى	٣,٣٩	٠,٣٩	٢,٣٤

ونظراً لأن مركبات الزئبق منها ماهو قابل للتطاير، لذا قد ينخفض محتوى الزئبق فى الأسماك نتيجة المعاملات الحرارية ويوضح الجدول (٤٩) تأثير المعاملات المختلفة على محتوى الزئبق فى الأسماك.

جدول (٤٩) تأثير المعاملات المختلفة على محتوى الزئبق فى الأسماك (ميكروجرام / جرام)

نوع السمك	المعاملة	محتوى الزئبق فى العينة الخام	محتوى الزئبق فى العينة المعاملة
الأنشوجة	قلى	٠,٢٠٠	٠,١١٧
	تخليل فى الخل	٠,٢٠٠	٠,١٣٠
التونه	قلى	٠,٣٨٠	٠,٢٩٠
	طهى مع الطماطم	٠,٣٨٠	٠,٢٦٠

حيوانات المزرعة:

تركيز الزئبق فى حيوانات المزرعة أقل بكثير من تركيزه فى الحيوانات المائية، فتحتوى عضلات الماشية على ٠,٠١ – ٠,٠٤ مجم / كجم، وقد يتلوث اللبن بالزئبق عن طريق لحس الحيوان للمراهم المحتوية على الزئبق والتى يعالج بها لمقاومة الطفيليات، وكذلك عن طريق إستخدام الحبوب المعالجة بالزئبق فى تغذية الحيوانات. وبتقدير الزئبق فى عينات عشوائية من لبن مبستر وآخر معقم من مدينة الزقازيق بجمهورية مصر العربية كان تركيز الزئبق ٠,٠٨٦ جزء / مليون فى اللبن المبستر، ٠,٠٩١ جزء / مليون فى اللبن المعقم أما لحوم الدواجن وخاصة الطيور الجارحة وكذا لحوم الخنزير والتى تتغذى على مساحيق الأسماك فقد تحتوى على نسبة أعلى من الزئبق مقارنة بلحم البقر.

الحبوب:

حدثت حالات تسمم خطيرة بمركبات الزئبق فى عديد من الدول نتيجة تناول الإنسان أو الحيوان حبوب تقاوى سبق معاملتها بمركبات الزئبق للقضاء على بعض الفطريات التى تفتك بها، وذلك أدى إلى تسمم مباشر أو غير مباشر ومن أمثلة ذلك ما حدث سنة ١٩٧٢ بالعراق حيث بلغت حالات التسمم ٦٠٠٠ حالة وكان عدد الوفيات ٥٠٠ وفاة.

الإحتياجات الغذائية والتشريعات الخاصة بالزئبق:

الحد المسموح بالزئبق فى السمك والمحارات تبعاً FAO = ٥٠٠ µg / كجم وذلك ايضاً فى معظم دول العالم مثل الولايات المتحدة وسويسرا، أما فى ألمانيا فالحد المسموح به فى السمك ١٠٠٠ µg / كجم بشرط ألا تزيد نسبة مثيل الزئبق عن ٦٥٪ من إجمالى مركبات الزئبق. وبالنسبة للأغذية الأخرى غير السمك فإن الحد المسموح به حسب WHO = ٥ µg / كجم. وفى اللبن ومنتجاته فإن الحد المسموح به فى معظم دول العالم هو ١٠ µg / كجم وتبعاً لهيئات FAO/WHO، فإن الحد الأقصى المسموح به من الزئبق إسبوعياً لايتجاوز ٠,٣ مجم / للفرد أى ما يعادل ٠,٠٠٥ مجم/ كجم من وزن الجسم. والإحتياجات الغذائية من الزئبق أقل بكثير من الحد الأقصى المسموح به، وتعطى الأسماك حوالى ٨٤ – ١٠٠٪ من إحتياجات الإنسان الغذائية من الزئبق. والجرعة المميته من الزئبق هى واحد جرام وبتقدير كمية الزئبق فى الأنسجة لأشخاص ماتوا نتيجة التسمم بالزئبق (كما فى العراق سنة ١٩٧٢) كانت تلك الكمية ١٥ جزء/ المليون فى الدم، ٨ – ٩ جزء / مليون فى انسجة الكلى.

إمتصاص وتمثيل الزئبق:

الزئبق سم تجمعى يخزن أساساً فى الكبد والكلى، ويختلف معدل إمتصاصه وتراكمه بإختلاف العضو والصورة التى يوجد عليها الزئبق. فالزئبق فى صورة معدن نقى قليل الإمتصاص فلايمتص منه أكثر من ٠,٠١٪ فى القناة الهضمية، والباقى يطرده الجسم، وليس من المحتمل أن يسبب تسمماً لذا يستخدم فى علاج إنسداد الأمعاء.

أما مركبات الزئبق غير العضوية وهى قابلة للذوبان فى الماء فيمتص منها حوالى ٢٪ ويؤدى ذلك لأضرار بالكلى وزيادة اليوريا بالدم Uremia وإحتباس البول Anuria والتسمم الحاد بأملاح الزئبق المعدنية يسبب فشل كلوى. ومن الأعراض المبكرة للتسمم بمركبات الزئبق غير العضوية إضطراب القناة الهضمية وآلام البطن والغثيان والقئ والإسهال الدموى وإضرار الكلى. والجرعة السامة للكلى أكثر من ١٥٧ جزء / مليون من أملاح الزئبق.

أما مركبات الزئبق العضوية وهى ذائبة فى الدهون فهى اشد سمية وتسبب تسمماً للجهاز العصبى، ويسبب التسمم الشديد فقد حساسية الجلد. وتختلف الكمية الممتصة منه بإختلاف نوع الزئبق، ففى تجارب على الفئران يمتص ٢٠٪ منها إذا كان الزئبق فى صورة خلات زئبق أما إذا كان فى صورة مثيل الزئبق Methyl mercury والذى هو أحد ست مواد شديدة السمية فى البيئة فهو يمتص تماماً فى القناه الهضمية، وينتقل بسرعة فى مجرى الدم حيث يرتبط بكرات الدم الحمراء وبروتينات البلازما ثم ينتقل إلى الكلى والقولون والعضلات كما يتجمع فى المخ. ويقال أن تركيز مثيل الزئبق فى المخ يعادل عشر مرات الموجود بالدم، كما أن تركيزه فى دم الأجنة يزيد عن الموجود بدم الأمهات، وقد يعزى ذلك لزيادة هيموجلوبين الدم فى دم الأجنة.

أما أبخرة الزئبق فهى سامة وتنتقل إلى خلايا المخ حيث تتأكسد مما يؤدى إلى التسمم، إذ يحدث تحطيم غير عكسى للنظام العصبى وتكسير فى الكروموسومات.

التأثير السام للزئبق وأعراض التسمم :

جميع مركبات الزئبق سامة للكائنات الحية بدرجات متفاوته، إلا أن مركبات الزئبق العضوية أشدها سمية وخطورة لأن الجسم البشرى يمكنه طرد مركبات الزئبق غير العضوية عن طريق البول. وعموماً فمن ظواهر التسمم بالزئبق فى الحالات الخفيفة: الصداع والشعور بالتعب وضعف الحس فى الأطراف واليد وحول الشفاة. وفى الحالات الشديدة يحدث تلف للكبد والجهاز العصبى المركزى مما يؤدى لعدم القدرة على تنسيق الحركات وعدم وضوح الكلام وتشوش الرؤية والعمى وفقد السمع والموت فى النهاية. كما أن تعرض الحامل لمثيل الزئبق تعطى مولوداً متخلفاً عقلياً مع إحتمال إصابته بالشلل وقد وجد أن حالات الوفاة بين الحوامل أعلى. وللزئبق القدرة على إختراق الأنسجة الواقية للجنين فى بطن الأم والوصول إلى الجنين، وإحداث تلف بالمخ.

وفى بعض حالات التسمم قد يحدث شفاء تدريجى بعد مرور ٢ – ٣ أشهر من إنقطاع التعرض لمركبات الزئبق، وذلك مع تناول المريض بعض المركبات التى تتحد مع مركبات الزئبق مثل المواد المكلبشة والتى منها Dimercaprol فهى من المواد التى تقلل أو تعطل التأثير السام للزئبق خاصة إذا أعطيت مبكراً وقبل بدء الزئبق مفعوله،

كما أن إستخدام مدرات البول مثل المانيتول من المواد التى تدخل فى علاج وإسعاف التسمم بالزئبق.

ملحوظة: من أعراض التسمم بالزئبق إرتفاع مستوى مثيل الزئبق بالدم (٠,٢ mg / مل) وإرتفاع زئبق البول (٠,٣ مجم / يوم) ووجود بروتين بالبول Proteinurea ووجود دم بالبول Hematurea.

الكادميوم (Cadmium (Cd

وجوده وإستخداماته:

يوجد فى الطبيعة حيث يوجد الزنك. ووزنه الذرى ١١٢,٤١ ورقمه الذرى ٤٨. وتوجد مركبات الكادميوم فى صورة مؤكسدة فقط، ومكوناته العضوية غير ثابتة، ويكون مركبات معقدة مع NH_3, Cn, Br, Cl كما أن له القدرة على الإرتباط بالمركبات المحتوية على الكبريت وكذا المحتوية على الأكسجين. كما يوجد الكادميوم فى وقود الديزل المستخدم فى سيارات النقل وبعض الموتورات المستخدمة فى الزراعة والصناعة، ويعتبر ذلك مصدراً لتلوث الخضر والفاكهة خاصة فى الحقول القريبة من الطرق (كالطريق الزراعى القاهرة – إسكندرية) فقد وجد أن تركيز الكادميوم يقل كلما بعدت المسافة عن الطريق. كما تعتبر الفضلات الآدمية مصدراً رئيسياً للكادميوم فى التربة، وكذلك الأسمدة الفوسفاتية، وتقدر كمية الكادميوم التى تصرف فى البحار بأكثر من ١٠٠٠ طن سنوياً. كما ينتج الكادميوم كناتج ثانوى من مناجم الرصاص والزنك. كما يوجد فى التبغ وغيره من المحاصيل الزراعية خاصة التى تسمد برواسب الفضلات الآدمية كما يوجد فى المياه نتيجة تلوثها من الأنابيب المجلفنة بسبائك من الكادميوم.

والكادميوم من المعادن التى تستخدم فى جلفنة المعادن الأخرى، وطلاء الأوانى لحمايتها من الصدأ حيث لايتأثر إلا قليلاً بالماء والهواء على درجة الحرارة العادية. كما يدخل فى اللحام وصناعة البطاريات والمبيدات الحشرية، والصبغات المستخدمة فى البلاستيك والمطاط الصناعى والألياف الصناعية واللدائن والحبر والدهانات، كما

يستخدم فى سفن الفضاء والغواصات والصناعات النووية كمادة ماصة للنيوترونات، وفى صناعة الخلايا الشمسية. وصناعة الصواريخ النارية حيث يلون اللهب بلون أزرق، ويستخدم فى مختبرات الأدلة الجنائية للكشف عن البصمات.

مصادر تلوث الأغذية بالكادميوم:

صرف مخلفات المصانع والمناجم المحتوية على مركبات الكادميوم مثل مخلفات صناعة البطاريات الجافة والأصباغ، وكذلك المخلفات الآدمية فى المياه. وإستخدام هذه المياه فى الرى وكذا إستخدام الأسمدة الفوسفاتية المحتوية على الكادميوم، ومخلفات إحتراق الديزل.

وللكادميوم ميل للتجمع والتراكم فى أنسجة الكائنات الحية النباتية والحيوانية، حيث يتراكم أولاً فى الطحالب ثم الأسماك ومنها إلى الإنسان والحيوان خاصة تلك التى تتغذى على مخلفات ومساحيق الأسماك مثل الدواجن والخنازير.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالكادميوم:

تحتوى معظم الأغذية على نسبة ضئيلة من الكادميوم أقل من ٥٠٠ µg / كجم عادة، ولكن تحتوى الأسماك والأغذية البحرية والكلى على نسب أعلى بكثير من ذلك، ويبين الجدول (٥٠) محتوى بعض الأغذية من عنصر الكادميوم (µg / كجم)

جدول (٥٠) محتوى بعض الأغذية من عنصر الكادميوم (µg / كجم)

المادة الغذائية	محتواها من الكادميوم (µg / كجم)	المادة الغذائية	محتواها من الكادميوم (µg / كجم)
الماء	١ – ٢١	اللحوم	٢ – ٦٩
الخبز	٢ – ٤٣	الأسماك	٥٠ – ٣٦٦
الفاكهة	٢ – ١٩	الكلى	١٠٠,٠٠٠
الخضر	٢ – ٥١	المحار	٢٠٠,٠٠٠ – ٣٠٠,٠٠٠

الكادميوم فى المنتجات النباتية:

لبعض النباتات مثل البطاطس والجزر وكذا الورقية كالخس والسبانخ وعيش الغراب القدرة على تجمع الكادميوم من التربة، فمثلاً يبلغ تركيز الكادميوم فى السبانخ كنموذج مجمع للمعدن ٦٥ µg / كجم، وفى البصل كنموذج أقل قدرة على تجمعه ١١ µg / كجم.

وللعمليات التكنولوجية تأثير على محتوى هذه الأغذية من الكادميوم، حيث تؤدى عمليات التنظيف والتقشير والغسيل والطبخ وكذا التخلص من الأجزاء غير المأكولة إلى تقليل محتواها من الكادميوم. بينما يؤدى عملية تحضير بروتين فول الصويا المعزول Isolate إلى زيادة تركيز المعدن فى الناتج النهائى ويعلل ذلك بقدرة المعدن على الإرتباط بالبروتين.

جدول (٥١) محتوى بعض الخضروات من الكادميوم وأثر العمليات التكنولوجية (µg / كجم)

عملية الإعداد	فاصوليا خضراء	جزر	قنبيط	كرنب	بطاطس
المادة الخام	٦	٢٧	٩	١٤	٢٥
تنظيف ميكانيكى	٥	٢٨	٩	–	٣٢
تنظيف وغسيل	٥	٢٥	٩	١٢	–
تقشير وغسيل	–	٢٢	–	١٣	٣٢
غليان ثم تقشير	٥	–	١٠	–	٢٩
تقشير ثم غليان	–	١٩	–	١٦	٢٢

فول صويا خام ٦٠ ميكروجرام / كجم

بروتين فول صويا معزول ١٩٠ ميكروجرام / كجم

الكادميوم فى المنتجات الحيوانية:

الكادميوم فى حيوانات المزرعة: يصل الكادميوم إلى حيوانات المزرعة عن طريق العليقة، ويتركز أساساً فى الكلى والكبد، ويرتفع تركيزه فى هذه الأعضاء بتقدم عمر الحيوان، فقد وجد أن تركيز الكادميوم فى أنسجة الكلى لحيوان عمره ٣,٥ شهر وأخر عمره ٥ سنوات تبلغ ٢٤٥ µg، ٩١٧ µg / كجم على التوالى.

ويوجد الكادميوم فى اللبن بتركيزات عالية نسبياً وقد يرجع ذلك لتغذية الماشية على علائق خضراء إستخدم فى تسميدها فوسفات محتوية على الكادميوم، فقد قدرت نسبته فى بعض الأبحاث فى اللبن السائل مابين ١٧ : ٣٠ µg / كجم، وفى نطاق القاهرة الكبرى تراوحت نسبته فى اللبن مابين ٣٠ : ٣٤٠ µg / كجم. كما أوضحت الدراسات أن وجود الكادميوم فى العليقة يقلل من إنتاج اللبن. وأظهرت الدراسات بالنظائر المشعة أن الكادميوم ينتقل من بلازما الدم إلى اللبن.

وفى دراسة أجريت على أثر بعض العمليات التصنيعية للبن تبين كما هو فى جدول (٥٢) أن نسبته فى اللبن وبعض منتجاته أعلى من الحدود المسموح بها (وهى ٥ µg / كجم Carl,1991)

جدول (٥٢) الكادميوم وأثر العمليات التصنيعية (µg / كجم) باللبن

لبن مبستر	لبن معقم	لبن مركز	لبن مبخر	لبن مجفف
٣٨	٦٠	٤٣٨	٣١٨	٦٠٤

الكادميوم فى الأسماك والأغذية البحرية:

من الأغذية المتوقع تواجد الكادميوم فيها بتركيزات مرتفعة الأسماك والأصداف حيث تصل فى هذه المنتجات إلى أكثر من ٤٠٠ مجم / كجم ويتوقف ذلك على معدل تلوث المياه التى تعيش فيها هذه الحيوانات. ويبين الجدول (٥٣) تركيز الكادميوم فى مياه نهر النيل فى بعض مناطق القاهرة ونسبة هذا العنصر فى أسماك البلطى والبياض فى هذه المناطق.

جدول (٥٣) تركيز الكادميوم (جزء فى المليون)
فى مياه نهر النيل وسمك البياض والبلطى فى بعض مناطق القاهرة الكبرى

المنطقة	ماء النهر	سمك بلطى	سمك بياض
شبرا الخيمة	٤٤	٥١	٨٥
إمبابة	٧٦	٣٢	٧٣
التحرير	٢٢	٧١	٢٤
الجيزة	٢٥	٣٠	١٦
المعادى	٢٥	٣١	٢٧

ملاحظات:

كان تركيز الكادميوم فى عينات المياه لإحدى المزارع الخاصة بتربية السمك ٠,٣٤ جزء فى المليون (أعلى من المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية WHO فى المتوسط ٠,٠٠٥ جزء فى المليون). وتركيزه فى الجزء المأكول من السمك ٣,١ جزء فى المليون (أعلى من الحد المسموح به من قبل WHO ٠,١ جزء / مليون)، وبتعرض السمك (معملياً) لتركيز ٥ جزء / مليون وصلت نسبة النفوق ٨٪ وبتعرض السمك أيضاً (معملياً) لخليط من الكادميوم (٥ جزء / مليون) والرصاص (٢٠ جزء / مليون) كانت نسبة النفوق ٨٨٪ بينما لم تسجل أى نسبة نفوق عند تعرض الأسماك لتركيز ٢٠ جزء / مليون رصاص فقط.

التشريعات الخاصة بالكادميوم:

الحد الأقصى المسموح بتداوله هو ٥٠٠ µg / إسبوعياً / للفرد أى حوالى ٧٠ µg / يومياً للفرد البالغ. وفى الماء ١ – ١٠ مجم / لتر وفى الأسماك ومنتجاتها ٠,١ جزء / مليون. وقد ظهرت أعراض تسمم الكادميوم فى الفئران بجرعة ٢٥٠ µg / كجم.

تمثيل الكادميوم بالجسم

يمتص الكادميوم فى القناه الهضمية، ويتوقف معدل الإمتصاص على العمر ونوعية الغذاء، فتزيد فى صغار الحيوانات فقد وجد أن الكمية الممتصة فى فئران عمرها ٢، ٢٤ ساعة تعادل ٢٠، ١٠ أضعاف على التوالى للحيوانات الكبيرة (٦ أسابيع). كما تتوقف الكمية الممتصة تبعاً لنوع الغذاء، فتزيد بإرتفاع الكالسيوم والبروتين والزنك فى الغذاء، والكمية الممتصة فى حالة التغذية على لبن تعادل ٢٠ ضعف الممتصة فى حالة عدم وجود اللبن. ورغم ان الممتص من الغذاء فى القناه الهضمية قليل (٣ – ٥٪) إلا أن ٤٠٪ من المستنشق يمتص، ولذا فإن السجائر مصدر للكادميوم المستنشق فى صورة معدن أو أكسيد.

ويتوزع الكادميوم الممتص على جميع أعضاء الجسم خاصة الكلى والكبد والطحال وذلك بعد ٤٨ ساعة من دخول الجسم، ففى الجرعات الصغيرة فإن ٥٠٪ من الكادميوم يكون فى الكلى والكبد والباقى فى بقية الأعضاء، وفى الجرعات المتوسطة يعادل

المتجمع فى الكلى عشرة أمثال المتجمع فى الكبد، وفى الجرعات العالية يتساوى المتجمع فى الكلى مع المتجمع فى الكبد.

والكادميوم الممتص فى الجسم يتميز بطول مدة نصف حياته الحيوية Biological half life فهى تتراوح مابين ٢٠ – ٤٠ سنه، ويعزى ذلك إلى إرتباطه ببروتين Metallo thionein وهو بروتين معدنى صغير الوزن الجزيئ يقوم بنقل المعادن خلال الجسم، وأن ٨٠ – ٩٠٪ من الكادميوم الموجود بالجسم يرتبط بهذا البروتين، وقد وجد أن تخليق هذا المركب يزيد بزيادة معدل الكادميوم والزنك بالجسم حيث يكون معه معقد يسمى Cadmium metallothionein complex ينتقل إلى الكلى ويرشح خلال Glomerulus ويعاد إمتصاصه فى نهاية الخلايا الأنبوبية Proximal tubular cells وفى هذه الخلايا يتكسر المعقد بإنزيمات Proteases لينطلق الكادميوم الذى يتلف الخلايا أو يعود لإرتباطه بالبروتين مرة أخرى وهذا مما قد يفسر لماذا تكون الكلى هى أكثر أعضاء الجسم تركيزاً فى الكادميوم رغم أن Metallothionein يوجد فى أعضاء أخرى، ونلاحظ أن بروتين Metallothionein لايقلل من سمية الكادميوم، بل نجد أن معقد Cadmium metallothionein أكثر من سمية الكادميوم بمفرده.

التأثير السام وأعراض التسمم:

تعتبر الكلى أكثر الأعضاء تأثراً بالكادميوم فيزداد إفراز الجلوكوز والبروتين والأحماض الأمينية وحمض البوريك، يليها الكبد فالطحال حيث ينقص مستوى الإنسولين، كما يحتجز فى العظام فيجعلها هشة سهلة الكسر ويطلق على هذا المرض فى اليابان إسم Itai-itai الأيتاى إيتاى (Ouch ñ ouch) حيث ثبت تأثير الكادميوم على العظام فى نساء تغذت على أرز ملوث بالكادميوم. وكلمة Itai-itai كلمة يابانية (للتألم) نتيجة الآلام الناتجة عن العظام المشوهة وفى الجرعات العالية ٢٠٠٠ μg / كجم يحدث ضمور للخصى وغدة البروستاتا، إذ أن الكادميوم يعمل على قلة توارد الدم إليها مما يؤدى إلى نقص الأكسجين والمغذيات الواصلة إليها، كما قد يحدث للخصى موت موضعى Necrosis مع تحلل وفقد تام للحيوانات المنوية، كما أن الكادميوم يؤدى إلى زيادة معدل إفراز الأدرينالين وزيادة Dopamine فى المخ وهذه أعراض التسمم المزمنة. ومن أعراض التسمم الحادة الغثيان والقئ والإسهال وكثرة اللعاب. وهناك

أبحاث تشير إلى أن الكادميوم عامل رافع لضغط الدم ومسرطن، إلا أن هذه النتائج لم تتأكد فى الإنسان. وهناك عناصر غذائية تقلل من سمية الكادميوم منها الزنك والسيلينيوم والنحاس والحديد وحمض الإسكوربيك، وغير معروف بالضبط تفسير التأثير الواقى لهذه العناصر.

وفى حالة التسمم بالكادميوم يعطى المصاب اللبن وبياض البيض ومواد طاردة للسم (مسهل) Cathartics.

الزرنيخ Arsenic

وجوده وإستخداماته:

هو معدن شديد السمية، قد يؤدى للموت السريع، ويرتبط عادة بحوادث القتل. وزنه الذرى ٧٤,٩٢٢ ورقمه الذرى ٣٣. ويدخل الزرنيخ ومركباته فى صناعة السيراميك والزجاج والغراء وحفظ الجلود الحيوانية والأخشاب، وكمادة فعالة فى كثير من المبيدات مثل زرنيخات الكالسيوم التى تستخدم مخلوطة مع الجير المطفأ ومسحوق الكبريت فى مقاومة دودة القطن، وزرنيخيت الصوديوم الذى إستخدم كمبيد للحشائش وتجهيز الورق القاتل للذباب، ونظراً لسميته الشديدة فقد منعت كثير من الدول إستخدامه. وقد يدخل بجرعات دقيقة جداً فى تحضير بعض العقاقير الطبية.

مصادر التلوث:

يصاحب هذا العنصر العديد من خامات الكبريتيد المعدنية، فهو ينبعث من المسابك كملوث للهواء الجوى، كما يحتوى الفحم الحجرى على نسبة من الزرنيخ تنطلق منه عند إحتراقه، كما أن رماد الفحم يعتبر أحد المصادر الهامة للزرنيخ الذى يمكن أن يذوب وينتشر فى المياه والتربة ملوثاً إياها وبذا يدخل فى السلسلة الغذائية للإنسان.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالزرنيخ :

رغم أن كثيرا من الدول منعت إستخدام الزرنيخ ومركباته لشدة سميته، إلا أنه ونظراً لسعة إنتشاره فى الماضى وكثرة إستخداماته فهو يوجد فى الطبيعة، ومعظم الأغذية وإن كان بنسب صغيرة ويوضح الجدول التالى (٥٤) وجود الزرنيخ فى بعض الأطعمة.

جدول (٥٤) متوسط ما تحتويه بعض الأغذية من الزرنيخ (µg / كجم)

المادة الغذائية	مياه الشرب	اللحوم والأسماك	الخضروات النشوية	الحبوب	خضروات غير نشوية	منتجات ألبان
متوسط محتواها من الزرنيخ µg / كجم	٠ : ٢٠٠	٦٠,٢	١٣,٦	٨,٦	٢,٦	٢,٦

تمد المنتجات الحيوانية والحبوب والخضروات والنشوية أكثر من ٦٥٪ من الزرنيخ الذى يحصل عليه الإنسان فى غذائه اليومى حيث يحصل الإنسان على ٢,٦: ١٠٠ µg يومياً. ومعظم الزرنيخ الموجود فى الأغذية يوجد فى صورة مركبات عضوية منخفضة السمية.

الزرنيخ فى الأسماك وبعض الأصداف :

تختلف نسبة الزرنيخ فيها بإختلاف أنواعها فمثلاً الرنجة (٠,٨ – ١,٤٣ مجم / كجم) – سمك القد code (٠,٦ – ٧,٢٩) – الجمبرى (٣,٢ – ٢٥,٧) الإستاكوزا (١,٥ – ١٢٢).

الزرنيخ فى الخضروات:

تتأثر مستويات الزرنيخ فى الخضروات والبطاطس بدرجة كبيرة بعمليات التحضير والطبخ فمثلاً يؤدى التقشير، التنظيف والغليان إلى فقد كبير فى الزرنيخ فى الغذاء النهائى، فقد يصل الإنخفاض إلى ٧٠٪ فى الخضروات بينما تتخلص البطاطس من الزرنيخ بصورة كاملة تقريباً.

الإحتياجات الغذائية والتشريعات الخاصة بالزرنيخ:

يحصل الإنسان يومياً فى غذائه على حوالى ٢ - ١٠٠ µg زرنيخ يومياً، والحدود المسموح بها طبقاً لتقدير منظمتى الأغذية والزراعة (FAO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) هو ٢ µg زرنيخ فى صورة أكسيد الزرنيخوز / كجم من وزن الجسم، والحدود المسموح بها فى مياه الشرب ١٠ µg / لتر.

إمتصاص وتمثيل الزرنيخ بالجسم:

يمتص الزرنيخ خلال القناه الهضمية والجلد، وتختلف الجرعة المميتة من الزرنيخ عن طريق الفم طبقاً لنوع المركب ونوع الحيوان، وهى تتراوح مابين ٥ - ١٠٠ مجم / كجم، كما تتوقف السمية على الصورة الكيماوية الموجودة عليها فالمركبات غير العضوية أشد سمية من العضوية أما غاز الآرسين Arsine فهو أقل سمية. وترجع سمية الزرنيخ إلى عدة عوامل منها:

١- إرتباطه بمجموعة SH العضوية مما يثبط الكثير من إنزيمات التنفس والتمثيل مثل Cytochrome oxidase, α ñ glycerol phosphate dehydrogenase, Lactic acid dehydrogenase

فجميعها حساس لمركبات الزرنيخ لإحتوائها على مجموعة SH.

٢- تشابه الزرنيخ وتماثله كيماوياً مع الفوسفور مما يؤدى إلى تداخل الزرنيخ فى عمليات التمثيل الغذائى حيث يمنع فسفرة Adenosin diphosphate (ADP) وتحويله إلى Adenosine triphosphate (ATP) وهذا يؤدى إلى إيقاف إنطلاق الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية المختلفة.

٣- يؤدى الزرنيخ ومركباته خاصة فى التركيزات العاليـــة إلـــى الترســـيب الكلـــى للبروتين.

ورغم وجود الزرنيخ فى الدم فلا يعرف له دور فى العمليات البيولوجية بالجسم، وهو يتجمع فى الجلد والشعر والأظافر ولحد ما فى العظام والعضلات، ونسبته العادية فى الشعر (٠,٣ - ٠,٧ جزء / مليون) وفى الأظافر (١,٥ - ٤ جزء / مليون)،

وتزيد عن ذلك إذا زاد الزرنيخ الداخل للجسم، وتستخدم هذه الظاهرة فى تشخيص حالات التسمم بالزرنيخ.

التأثير السام وأعراض التسمم بالزرنيخ :

يلاحظ أن زيادة الزرنيخ بالدم يؤدى إلى تكسير الكرات الدموية الحمراء. ومن أعراض تسمم الزرنيخ المزمنة نقص الوزن، فقد الشهية، إلتهاب الأغشية المخاطية، وإختلال القناة الهضمية، وقد يسبب سرطان الكبد والرئة.

ومن أعراض التسمم الحاد بالزرنيخ عن طريق الفم، آلام شديدة بالمعدة مع قئ مستمر وإسهال وتبول دموى وشعور بإحتراق فى المرئ وبرودة الجلد، وشحوب اللون وهبوط التنفس والشعور بالعطش وإنخفاض الضغط ثم غيبوبة فوفاة خلال أيام. والمستوى المميت ١ – ١٥ μg / مل دم.

ومن أعراض التسمم الحاد والتى تظهر فى التحاليل هو إرتفاع نسبة الألبيومين فى البول والدم، ووجوده فى الشعر والأظافر والبول والبراز مع تلف الجهاز البولى.

وتعالج الأعراض الحادة بغسيل المعدة وإستخدام المحلول الملحى والجلوكوز لمعالجة الجفاف، وإستخدام مدرات البول لعلاج أوديما الرئة، ونقل دم طازج لعلاج التحلل الحادث بالدم.

السيلينيوم Selenium

وجوده وإستخداماته:

هو من العناصر النادرة والسامة فى الجرعات العالية، وزنه الذرى ٧٨,٩٦ ورقمه الذرى ٣٤.

ويوجد مرتبطاً بعديد من المعادن مع الكبريت فى الفضة والنحاس والرصاص والزئبق وغيرها، ويستخدم فى العديد من الصناعات مثل الخلايا الضوئية، والبويات وصناعة الفولاذ وتلوين الخزفيات.

أهميته:

يوجد السيلينيوم فى الأغذية مرتبطاً مع الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت فى صورة Seleno ñ amino acids خاصة مع المثيونين Seleno ñ methionine والسستئين Seleno cysteine ويمتص الجسم ٨٠٪ من السيلينيوم الموجود بالغذاء خاصة الأغذية النباتية. ويعمل السيلينيوم Prosthetic groups فيدخل فى تركيب العديد من الإنزيمات مثل Glutathion peroxidase ولهذا الإنزيم أهمية فى إزالة الأصول الحرة المتكونة فى عملية التمثيل الغذائى. ويحسن السيلينيوم من التأثير البيولوجى لفيتامين E كمضاد للأكسدة بالخلايا، كما ينشط الجهاز المناعى ويساعد فى زيادة النشاط والطاقة، وخفض نسبة الإصابة بالسرطان وقد يكون له تأثير مضاد لسمية بعض المعادن مثل الزئبق والكادميوم والفضة. ويقى الحيوان من مرض إبيضاض العضلات White muscles وهو عدم بناء العضلات وتعتبر نسبة ٠,١ مجم / كجم غذاء للحيوان كافية لعدم ظهور هذا المرض. ويتوقف مستوى السيلينيوم فى السلسلة الغذائية للإنسان على مستواه فى التربة الزراعية ومن المصادر الرئيسية للسيلينيوم فى الغذاء: اللحوم – الأسماك – البيض – منتجات الحبوب.

الإحتياجات الغذائية:

يوصى بمعدل ٥٠ – ٢٠٠ µg / يوم للبالغين، ٢٠ : ١٢٠ µg لإقل من ٦ سنوات، ١٠ – ٤٠ µg للأطفال. وعموماً فإن الجرعة التى يجب أن يحصل عليه الجسم ليقوم بوظائفه الطبيعية يجب ألا تقل عن ٤٠µg يومياً والرجل ٧٠ µg والمرأة ٥٠ µg وقد وجد أن أعلى جرعة دون إضرار هى ٢٠٠ µg يومياً.

السيلينيوم فى المنتجات الغذائية :

يتركز السيلينيوم فى جذور النباتات، وعند تغذية الحيوان على هذه النباتات، وجد أن ½ ما يتحصل عليه الحيوان المجتر يبقى بالجسم أما الزيادة فيمكن للحيوان أن يتخلص منها. ويفرز بعض السيلينيوم المتحصل عليه مع الغذاء فى اللبن بنسبة تتراوح مابين ٠,٠١ – ٠,٠٥ جزء / مليون، ويعتبر النسبة الأخيرة نسبة عالية، وتقوم الحيوانات بترشيح السيلينيوم من جسمها وتستمر فى ذلك حتى تنفق قبل أن يصل تركيز السيلينيوم فى جسمها إلى مستوى يجعل من إستهلاك ألبانها ولحومها سبباً فى

تسمم المستهلك. ويحتوى لبن الأبقار على ٠,٠٠٥ : ٠,٠٦٧ جزء / مليون بينما يحتوى لبن الإنسان ٠,٠١٣ – ٠,٠٥٣ جزء / مليون.

وقد أدى إعطاء الأبقار جرعات ٥٠ مجم سيلينات الصوديوم Na selenate أدى لرفع نسبة السيلينيوم فى اللبن إلى ٠,١٥٢ جزء / مليون وهى نسبة لاتمثل خطورة على الإنسان.

ويميل السيلينيوم إلى الفقد الجزئى أثناء المعاملات الحرارية نظراً لتطاير بعض مكوناته، كما تتأثر نسبته فى الأغذية بالعمليات التصنيعية مثل التجفيف والغليان والطهى.

التأثير السام وأعراض التسمم:

رغم أن السيلينيوم من العناصر الأساسية فى غذاء الإنسان والحيوان، إلا أن زيادته فى الغذاء أو العليقة تؤدى لحالات من التسمم بالسيلينيوم Selenosis، وقد لوحظ ذلك فى عدة دول التى تحتوى فيها التربة على مستويات مرتفعة من السيلينيوم كالصين، الولايات المتحدة الأمريكية، إستراليا، المكسيك وكندا وإسرائيل، وقد وجد أن وجود السيلينيوم بنسبة ٥ مجم / كجم عليقة تعتبر نسبة قاتلة للحيوان، كما أن زيادة السيلينيوم عن ٢٠٠ µg يومياً للإنسان يؤدى إلى إلتهاب الجلد والدوخة أو الدوار الأعمى Bland staggers، وتقصف الأظافر، وفقد الشعر، وإضطراب الهضم، وظهور رائحة الثوم فى التنفس. أما الجرعات العالية من السيلينيوم (١٠٠٠ µg / يومياً) فقد تؤدى لتلف الكبد ومشاكل فى القلب.

الألمونيوم Aluminum

وجوده وإستخداماته:

يمثل الألمونيوم ٨٪ من القشرة الأرضية. وتستعمل أملاحه كمادة مضافة فى كثير من الصناعات الغذائية مثل صناعة الجبن المطبوخ والخبز واللحوم كأملاح إستحلاب أو مواد رابطة لتحسين القوام، أو كعوامل تحميض Acidifying agents مثل فوسفات الومينات الصوديوم Sodium aluminum phosphate وسليكات الألمونيوم Aluminum

silicate كما يدخل فى مركبات التجميل، وصناعة أدوات المطبخ ورقائق الألمونيوم aluminum foil ويستخدم فى الطب كمضاد للحموضة لمن يعانون مشكلات بالجهاز الهضمى، فقد وجد أن بعض الأفراد يتعرضون لكميات كبيرة من الألمونيوم نتيجة إستخدام تلك الأدوية. وتستخدم كبريتات الألمونيوم فى تنقية مياه الشرب.

مصادر تلوث الأغذية بالألمونيوم:

يتلوث الغذاء بالألمونيوم من العبوات المتداول فيها. حيث يتأثر اللمونيوم بفعل محاليل الغذاء الحمضية والملحية، ويزداد التلوث بطول مدة التخزين وإرتفاع الحرارة ودرجة حموضة الغذاء. كما تزداد الخطورة فى حالة إستخدام أوعية ألمونيوم رديئة الصنع حيث تزداد نسبة الشوائب بها (رصاص – كادميوم) وهى عناصر ضارة تجد طريقها إلى الغذاء مع الألمونيوم وتسبب آثاراً ضارة بصحة الإنسان خاصة الذين يعانون من مشاكل فى الكلى إذ أن عدم القدرة على إخراج الألمونيوم سوف يؤدى إلى إرتفاع معدلاته فى الدم، ويتداخل مع تمثيل كل من الكالسيوم والفوسفور، مما يؤثر على وظائف المخ وتكوين العظام. والأطفال أكثر تأثراً بالتلوث عند تعبئة أغذيتهم برقائق الألمونيوم.

الألمونيوم فى المنتجات الغذائية :

بإستثناء الشاى وبعض التوابل، فإن معدل الألمونيوم الطبيعى قليل فى الأغذية، ومتوسط مايأخذه الإنسان فى اليوم ٩ – ١٣ مجم. ويبين الجدول (٥٥) متوسط الألمونيوم فى بعض الأغذية.

جدول (٥٥) متوسط الألمونيوم فى بعض الغذية (مجم / كجم)

الغذاء	لبن	لبن أطفال	جبن مطبوخ	لحوم	أسماك	فواكه	شاى	ماء شرب	حبوب
مستوى الألمونيوم (مجم / كجم)	٠,٧٤٩	٠,٠٥	٠,٤١	٠,٢٨	٠,٥٠	١	٤,٥	٠,١٢	٥,٥

إمتصاص وتمثيل الألمونيوم:

تتوقف كمية الألمونيوم الممتصة بالجسم على الصورة التى يوجد عليها العنصر، فيقال أن ٧٪ منه تمتص إذا كان فى صورة فوسفات أو سترات. ويخزن الألمونيوم الممتص فى الكبد والكلى والطحال والعظام وأنسجة القلب.

الآثار الضارة للألمونيوم:

يقال أن هناك علاقة بين التلوث بالألمونيوم وأمراض الشيخوخة، إذ يؤدى زيادة معدله إلى فقد مؤقت فى الذاكرة وخلل وشلل رعاش، ومرض من أمراض المخ مثل مرض الزهايمر، فقد أوضحت بعض الدراسات على تركيب المخ لبعض الأفراد الذين أصيبوا بمرض الزهايمر وجود كميات كبيرة من الألمونيوم، إلا أن آخرين فشلوا فى إثبات هذه العلاقة مما يلقى بظلال من الشك على الألمونيوم كمسبب لهذا المرض.

النحاس Copper

إستخداماته :

تستخدم كبريتات النحاس كمضاد للطحالب فى أحواض الزينة، وخزانات المياه التى تتعرض لنمو الطحالب الزرقاء، كما يستخدم النحاس فى الصناعات الكيماوية وأنابيب المياه فى المنازل وكانت تستخدم كبريتات النحاس فى تثبيت اللون الأخضر فى المواد الغذائية إلا أن القوانين تحذر من إستخداماته، كما أن المصانع إستبدلت الأوعية النحاسية بأوعية من معادن أخرى فى التصنيع الغذائى، نظراً لأن النحاس يذوب فى الأحماض العضوية التى تحتويها المواد الغذائية، كما أنه يؤثر على الصفات المرغوبة للمواد الغذائية فهو يتلف فيتامين C.

مصادر التلوث بالنحاس:

يحدث التلوث من مناجم النحاس وعمليات الإستخلاص وصناعة البرونز والطلاء الكهربائى والإسراف فى إستخدام المركبات الزراعية المحتوية على النحاس مثل عجينة بوردو، وإستخدام بعض مركباته فى المبيدات المستخدمة فى رش الخضر والفاكهة.

النحاس فى المنتجات الغذائية :

رغم أنه يصعب عملياً تواجد النحاس فى غذاء الإنسان إذ أن القوانين تحذر من إستخدامه إلا أنه قد وجد بنسب عالية فى الخضر والفاكهة الطازجة نتيجة رشها ببعض أملاحه، لذا يجب ضرورة إزالة ما علق بها.

التأثير السام وأعراض التسمم بأملاح النحاس:

لأملاح النحاس تأثير سام قابض مهيج للمعدة إذا كان المتناول ٨٠ – ١٦٠ مجم. وتحدث سمية منه للحيوانات التى تتغذى على محاصيل العلف النامية فى أراضى ملوثة به، وتعتبر الأغنام أكثر الحيوانات حساسية للتسمم بالنحاس.

ويمتص النحاس فى الدم ويحدث تحللاً لكرات الدم. ومن أعراض التسمم بالنحاس تلون الأسنان باللون الأزرق وكذا اللثة واللسان، وقئ مخضر، أنيميا ومغص وإرتفاع اليوريا والكرياتين فى مصل الدم، وقلة التبول وتلف الجهاز البولى.

القصدير Tin

وجوده وإستخداماته ومصادر التلوث:

يوجد فى التربة بنسبة قليلة، ويدخل فى طلاء العلب الصفيح، ويوجد فى معظم الأغذية بمعدل ١ مجم / كجم غذاء، ماعدا الأغذية المعلبة (الخضر ٩ – ٨٠ مجم / كجم) والفاكهة (١٢ – ١٢٩ مجم / كجم) نظراً لتلوثها بالقصدير المدهون به العلبة.

إمتصاص القصدير وأعراض التسمم:

إمتصاص القصدير بالجسم قليل، فيخرج معظمه فى البراز والكمية القليلة الممتصة منه تبقى بالكبد والكلى والعظام. والجرعة السامة المميتة منه للإنسان ٥ – ٧ مجم / كجم من وزن الجسم ومن آثاره السامة المزمنة إصابة الكبد وضعف النمو والأنيميا، فهو يعوق إمتصاص الحديد وتكوين الهيموجلوبين.

ولم تعرف للقصدير وظيفة بيولوجية ورغم أن القصدير يصنف ضمن المعادن ذات التأثير السام إلا أنه من الصعب التعرف على حالات يحدث فيها تسمم حاد أو مزمن ينسب للقصدير وحده عن طريق الأغذية المحفوظة فى العلب.

الأنتيمون Antimony

وجوده ومصادر التلوث:

الأنتيمون عنصر سام وإن كان أقل سمية من غيره من المعادن. وينتشر فى كثير من الأغذية، ويرجع مصدره أساساً إلى التلوث من أوانى الطهى المطلية بمادة الإنامل، ومن مصادر التلوث أنابيب المطاط إذ يوجد خماسى سلفيد الأنتيمون كأحد مكونات أنابيب وحلقات المطاط. ونظراً لدخول الأنتيمون فى السبيكة التى تصنع منها الأوراق المعدنية القصديرية والتى تستخدم فى لف الجبن فإن هذه الأوراق قد تساعد على تلف الجبن، حيث يظهر الأنتيمون كصبغة بيضاء أو بنية على سطح الجبن نتيجة تأكسد وذوبان هذه الصفائح. ومن مصادر التلوث البطاريات والسيراميك – الطرطير المقئ tartar emetic.

التشريعات الخاصة بالأنتيمون :

توصى التشريعات بوكالة حفظ البيئة Enviromental protection agency (EPA) ألا يزيد معدله فى ماء الشرب عن ٠,١ مجم / لتر.

التأثير السام وأعراض التسمم :

تتوقف سمية مركبات الأنتيمون على قابليتها للذوبان، وعلى حالتها من حيث التأكسد (ثلاثية أو رباعية التكافؤ). وتؤدى زيادة التعرض للأنتيمون إلى إلتهاب الجلد، الأغشية المخاطية، وإلتهاب الملتحمة والصداع وفقد الوزن وهذه من الأعراض المزمنة. ومن مظاهر التسمم الحاد المغص والغثيان وإلتهاب الجلد والكبد والكلى وعدم إنتظام التنفس وإنخفاض حرارة الجسم.

ملحوظة:

١- ثالث أكسيد الأنتيمون الذى يستخدم فى صناعة المينا لايمتص فى القناه الهضمية لعدم قابليته للذوبان.

٢- فى صناعة المينا يتحول ثالث وخامس أكسيد الأنتيمون إلى مينا أنتيمونات الصوديوم.

٣- لايذوب الأنتيمون فى أحماض الغذاء إلا إذا تعرت الطبقة اللامعة للمينا والتى تحمى أكسيد الأنتيمون.

الكروم Chromium

مصادر التلوث:

يحدث تلوث التربة نتيجة للتخلص من الكرومات الناتجة عن عمليات دباغة الجلود والطلاء الكهربائى. وفضلات الصرف الصحى إذ تحتوى مياه الصرف الصحى على كمية من الكروم فى حدود ٠,٧ µg / مل.

التأثير السام:

رغم أن الكروم أحد العناصر الغذائية الهامة فى عمليات تحول الكربوهيدرات فى الحيوان. إلا أنه أحد العناصر المسببة للسرطان، إذ ينشأ عنه سرطان الجهاز التنفسى للعاملين فى المصانع التى تستخدم الكرومات، وكذلك الذين يتعرضون لمدد طويلة للغبار المحتوى على الكروم.

ويتواجد الكروم فى صورتين الثلاثية والسداسية التكافؤ وقد تتحول الصورة السداسية إلى الثلاثية فى وجود المواد العضوية والكروم الثلاثى أكثر سمية للأسماك خاصة سمك السلمون. ويختلف التركيز السام للعديد من أنواع السمك من ٠,٢ : ٥ µg / جم أما الصورة السداسية فهى أكثر سمية للنبات.

الفلور Fluorine

إستخدامه ومصادره:

يضاف الفلور إلى العديد من مصادر مياه الشرب، وذلك لحماية الأسنان من التسوس، والتركيز المناسب له فى الماء (واحد ميكروجرام / مل) سواء من المصادر الطبيعية أو بالإضافة.

الآثار الضارة :

فى المناطق التى يحتوى الماء فيها على تركيزات عالية من الفلور (أكثر من ١,٥ مجم / لتر) يصاب الأفراد بظاهرة عدم إنتظام الأسنان وقد يسبب إستخدام مياه تحتوى أكثر من ٣ : ٦ مجم / لتر إلى فلورة الهيكل العظمى (تشوه الأطراف).

الزنك Zinc

الزنك من العناصر الغذائية الدقيقة، فالنقص الشديد فى الزنك يؤدى لقصر القامة، وتأخر النضج الجنسى.

الآثار الضارة :

يسبب الزنك تسمماً للنبات فى حالة زيادة تركيزه بالتربة. وينتقل الزنك إلى الغذاء عن طريق الأوانى الحديدية والمجلفنة ونادراً مايسبب تسمماً للحيوان أو الإنسان. والأعراض الشائعة تقتصر على القئ، ولم تحدث حالات تسمم فى الإنسان تصل فى شدتها إلى ظهور أعراض أخرى.

الباريوم Barium

من مصادره كربونات الباريوم المستخدمة كسم للفئران، أما كبريتات الباريوم فهى غير ذائبة وغير سامة.

ومن أعراض التسمم بالباريوم جفاف الفم – البراز الدموى – إسهال متبوع بإمساك – تشنجات زرقة الجسم – الشلل – إنخفاض مستوى البوتاسيوم فى المصل.

ويعالج تسمم الباريوم أو يسعف بغسيل المعدة بمحلول ٥٪ كبريتات الـصوديوم، يتبعه إعطاء كبريتات الماغنسيوم لترسيب الباريوم في صورة كبريتات الباريوم.

الفضة Silver

مصادر التلوث:

صبغات الشعر، والمواد القاتلة للبكتريا Bactericidal agents.

أعراض التسمم: قئ أسود عند بلعها. تآكل وتقرح الجفون عند وضعها فى العين.

الإسعافات:

إعطاء محلول كلوريد الصوديوم للترسيب في صورة كلوريد فضة.

إعطاء بياض البيض للترسيب في صورة بروتينات الفضة.

الحقن تحت الجلد بمحلول ٦٪ كبريتات صوديوم، ١٪ سيانات الحديد (واحد ٪).

الباريليوم Barilium

الأضرار: ينشأ عن إستنشاقه الكحة الشديدة وصعوبة التنفس.

وينشأ عن ملامسته للجلد الأديما وتقرح الجلـد، وإلتهابـه ووجـود ورم حبيبـى Granuloma.

الإسعافات: إستخدام المضادات الحيوية، ومهدئات الكحة، إزالة الورم الحبيبى جراحيـاً من الجلد.

مصادر التلوث: لمبات الفلورسنت.

الفوسفور Phosphorus

منه نوعان: **الأحمر:** وهو غير سام ولايمتص وينطلق منه غاز الفوسـفين بفعـل الماء والحمض.

الأصفر: وهو شمعى يذوب فى الدهن سام ويحترق عند تعرضه للهواء، ويستخدم سم للقوارض

أعراض السمية:

السمية الحادة: غثيان – قئ – إسهال – رائحة الثوم – عدم إنتظام النبض – يرقان – قلة التبول – نقص الكالسيوم – التكرز tetany – تشنج. وينتج عن غاز الفوسفين إنخفاض الضغط – أديما الرئتين – عدم إنتظام القلب – تشنج – غيبوبة – موت.

السمية المزمنة: ألم أسنان – إنتفاخ الفك وتحلل الأنسجة Necrosis – ضعف – فقد الوزن – فقد الشهية – الأنيميا – تلف وظائف الكبد – دم وبروتين بالبول.

الإسعافات: غسيل المعدة – معالجة فشل الكبد – العلاج الجراحى للفك.

الحديد Iron

مصادر التلوث:

تسمم الحوادث عند الأطفال – أدوية التقوية لعلاج الأنيميا أثناء الحمل (Tonics) وتظهر أعراض التسمم الحادة بعد ٦ – ٢٤ ساعة.

أعراض السمية والضرر:

إلتهاب القناه الهضمية – قئ – إسهال – وفى الحالات الشديدة: رعشة حادة – أديما الرئة – زرقة – تلف الكبد – براز أسود – ظهور الحديد معتماً فى المعدة عند الفحص بأشعة x (إكس).

الإسعافات: تجنب الغسيل المعوى – إستخدام ترياق معين هو Desferrioxamine.

الثاليوم Thallium

من المعادن النادرة السامة.

محتوى الأغذية من الثاليوم:

تحتوى الأغذية تركيز منخفض جداً من الثاليوم (ميكروجرام واحد / كجم) يحتوى عيش الغراب، الكرنب، الفجل، الشلجم كميات أكبر من الثاليوم مقارنـــة بالمحاصـــيل الأخرى ويتركز الثاليوم الموجود فى العليقة فى أنسجة العضلات والكبد والكلى.

الإحتياجات الغذائية: ٥ µg / يوم.

أعراض التسمم: تسمم القناه الهضمية والجهاز العصبى المركزى.

الفصل الرابع عشر

التلوث بالمبيدات

Pesticides contamination

مقدمة:

المبيدات مركبات كيميائية تستخدم فى مقاومة الآفات التى تصيب النباتات الزراعية، والحشرات التى تضايق الإنسان بصفة عامة. فقد ثبت أن مايزيد عن ٥٠٪ من الإنتاج الزراعى فى الدول النامية يتلف بفعل هذه الآفات، هذا بجانب الأضرار الصحية التى تلحق بالإنسان نتيجة تلوث الغذاء بها. ففى الولايات المتحدة ورغم إتباعها نظاماً دقيقاً فى إستخدام المبيدات وجد أن أكثر من ٥٠٪ من المواد الغذائية ملوثة بهذه المبيدات، وأن أكثر من ٥٪ منها تحتوى بقايا أعلى من الحدود المسموح بها، فما بالك بما يحدث فى الدول النامية. ونظراً لمخاطر المبيدات فقد إتجهت بعض الجهات إلى إنتاج محاصيل آمنة غير معاملة بالمبيدات إلا أنها محدودة وغالية الثمن.

تقسيم المبيدات تبعاً لمجال إستخدامها ودورها: يوضح الجدول (٥٦) أقسام المبيدات الهامة.

جدول (٥٦) اقسام المبيدات الهامة تبعاً لمجال إستخدامها ودورها

المبيد	مجال إستخدامه	دوره
مبيدات حشرية Insecticides	الحشرات الضارة فى الحقول والمنازل ومخازن الحبوب والأخشاب والألياف والورق ومن أمثلتها D.D.T	تثبيط العمليات الأيضية (التمثيل الغذائى) ووقف السيالات العصبية بالحشرة فتشل حركتها وتقتلها.
مبيدات عشبية Herbecides	مقاومة الحشائش الضارة بالمحاصيل دون التأثير على النباتات الأخرى. وبعضها يبقى فى التربة قبل ان تتحلل بالحرارة والضوء وفعل الكائنات الدقيقة. وقد تصيب الأحياء المائية (الأسماك) بالضرر إذا تسرب بعضها للمجارى المائية (كبريتات النحاس)	تعرف بالمبيدات الجهازية إذ تتسرب إلى أجهزة التوصيل فى النبات فتعطل إنتقال الغذاء وتوقف عمليات الإنبات والبناء الضوئى وتكاثر وإنقسام الخلايا وبناء البروتين. وتسبب ضررا للإنسان والحيوان عند التعرض لها (الجلد – العينين – الجهاز التنفسى)
مبيدات الفطريات Fungicides	مقاومة الفطريات التى تهاجم المحاصيل والبذور والأخشاب والجلود والمنسوجات ومنها أملاح الزئبق، النحاس ومسحوق الكبريت Hexachloroberyene (HCB)	تدمير العمليات الحيوية داخل الخلايا الحية للفطر وتحلل جدر خلاياها وتثبط إنزيماته الضرورية لحياته وتوقف قدرة الفطر عن النمو والتكاثر
مبيدات القوارض Rodenticides	تستخدم فى صورة طعم لمقاومة الفئران فى المنازل والمخازن والحقول. ومن أشهرها مبيد (وارفارين) والفوسفور الأصفر وفلوريد الزنك وفلوروخلات الصوديوم والأندرين endrin	تمتص فى الأمعاء وتوقف عمل الإنزيمات وتجلط الدم بوقف إنتاج البروثرومبين فى الكبد فيصاب الحيوان بنزيف دموى داخلى وقد يستمر عدة أيام حتى يموت الحيوان، وهناك مركبات أخرى تسبب تدميراً للمخ والرئتين والكبد والكلى والقلب بدرجات متفاوته
مبيدات القواقع	تستخدم فى صورة طعم يوضع بين الحشائش أو جذوع الأشجار أو قنوات الرى	تخدير الجسم الرخو للقواقع وشل جهازه العصبى ومنع حركته وإيقاف نموه وتكاثره.

المبيد	مجال إستخدامه	دوره
مبيدات الطفيليات **Parasiticides**	تستخدم لمقاومة الطفيليات الخارجية والداخلية التى تصيب حيوانات المزرعة	حيث تثبط عمليات الأيض لهذه الطفيليات

ويستخدم فى البيئة (سنة ٢٠٠٠) مايقرب من أربعة ملايين طن سنوياً من المبيدات أى بمعدل ½ كم من المواد السامة لكل شخص على سطح الأرض وذلك لحمايته وحماية غذائه من الآفات. وفى مصر تعدى حجمماينفق سنوياً على المبيدات ٣٦٠ مليون دولار سنة ٢٠٠١ إذ تستخدم مصر أكثر من ٢٠٠ مبيد بكميات تصل إلى أكثر من ١٩٠ ألف طن سنوياً وهذه الكمية تمثل مايقرب من ٥٪ من جملة الإستهلاك العالمى وبفرض أن سكان مصر ٧٠ مليون نسمة عام ٢٠٠١ فإن الفرد فى مصر يستهلك ما مقداره ٥ دولار سنوياً وكمية تعادل ٢,٧ كجم سنوياً.

وتعتبر المبيدات الحشرية ومبيدات الطفيليات ومبيدات الحشائش من أهم المبيدات الملوثة للبن وغيره من الأغذية.

أولاً: مبيدات الحشرات Insectcides

يمكن تقسيم مبيدات الحشرات من حيث تركيبها الكيماوى إلى مبيدات غير عضوية ومبيدات عضوية.

أ- المبيدات الحشرية غير العضوية:

وهى تعرف بمبيدات الجيل الأول وكانت تستخدم حتى القرن السابع عشر. والجزء الفعال فيها إما أن يكون أحد الفلزات الثقيلة مثل مركبات الزرنيخ (أخضر باريس عبارة عن أملاح النحاس الزرنيخية) ومركبات الكادميوم ومركبات النحاس مثل كبريتات النحاس وأوكسى كلور النحاس.

وقد يكون العامل الفعال فيها لافلز. مثل مركبات الفلور ومنها فلوريد الصوديوم، والبوتاسيوم والباريوم. وهى سموم خطرة وتفوق تأثيراتها السامة مركبات الزرنيخ. كما تشمل مركبات الفوسفور والكبريت والكلورات والبورات. وجميع المبيدات الحشرية غير العضوية مركبات طويلة البقاء فى البيئة ونظراً لأن عناصرها السامة ثابتة لذلك توقف حالياً إستخدام معظمها.

ب- المبيدات الحشرية العضوية:

وهى تعرف بمبيدات الجيل الثانى ويوجد منها الآن أربعة مجموعات:

المجموعة الأولى: مركبات البيرثرويدات الطبيعية والمصنعة: Pyrethroids

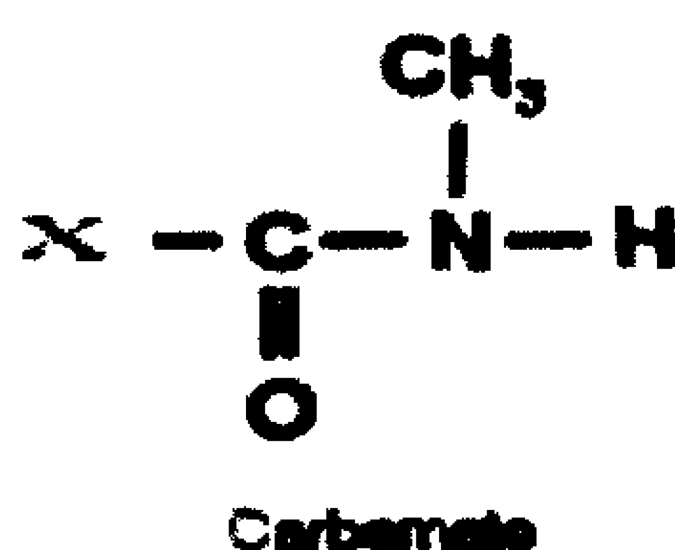
وهى مبيدات ذات أصل نباتى ظهرت منذ القرن الثامن عشر منها مايستخرج من نبات الأقحوان Hrysanthemums ومن عائلة الدخان مثل Nicotin وتتميز هذه المواد بسرعة تحللها فى الضوء والهواء وقلة سميتها للإنسان والحيوانات الثديية لعدم هدمها فى أنسجة الحيوان وليس لها تأثير مزمن ومن هنا تظهر أهمية هذه المركبات فى رش الحشرات المنزلية ومعاملة الحبوب المخزونة والفاكهة ولكنها شديدة السمية للأسماك ويتجه الأثر السمى لها إلى الجهاز العصبى للحشرات فتصاب بالشلل. وهى مركبات معقدة التركيب. وقد تم إنتاج الكثير منها صناعياً بصورة أقل تكلفة من الطبيعية وأكثر ثباتاً منها ضد الضوء ومن أمثلتها:

بيرمترين – ديكامترين – سيبرمترين – ريبكود 962 – سوليسيدين 52.

المجموعة الثانية: مركبات الكاربامات Carbamate

ظهرت فى أوائل الخمسينات من القرن الماضى. وإستمر إستخدامها حتى اليوم على نطاق واسع، لقلة سميتها وعدم تراكمها فى البيئة.

ورغم إستخدام أصولها النباتية منذ القدم فقد برزت كمركبات كيميائية على نطاق تجارى. وتركيبها كما فى الشكل



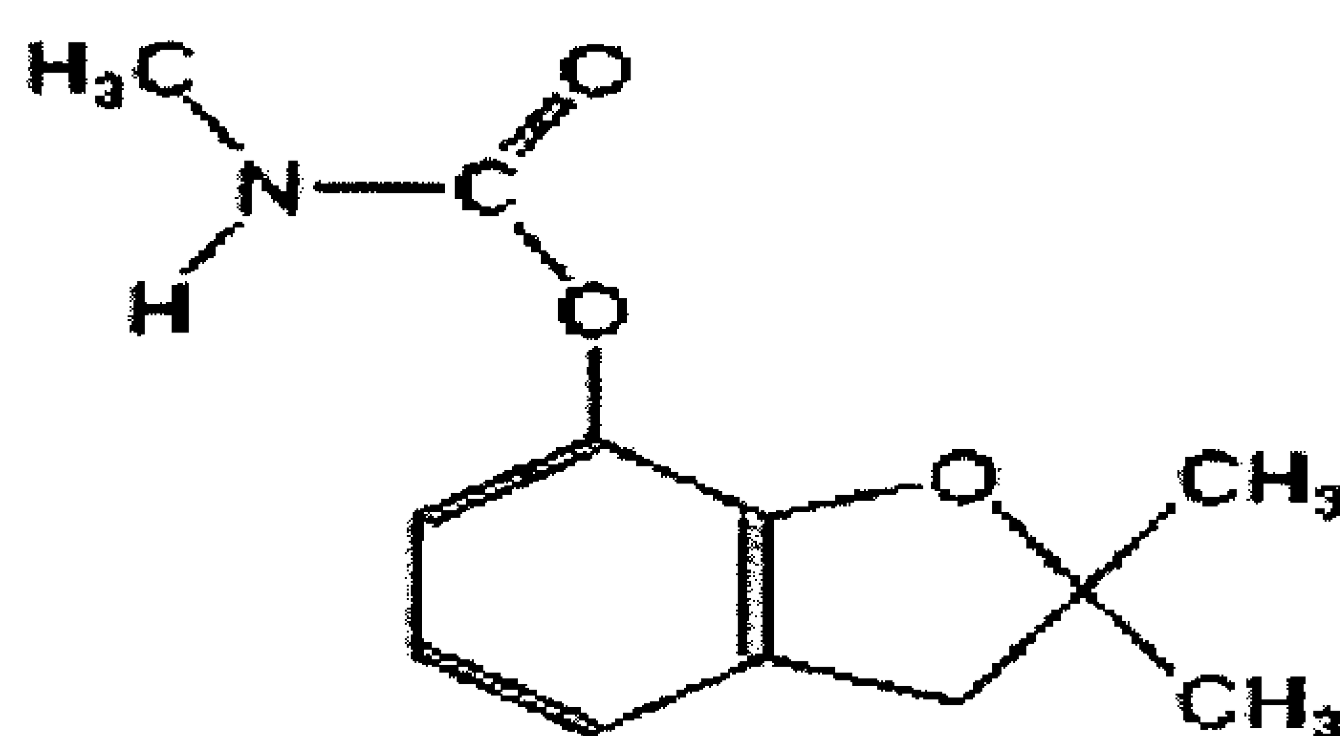
مركبات الكاربامات

حيث ترمز (x) لمجموعة كبيرة من المركبات الأليفاتية أو الحلقية التى تنفصل عن الجزئ وتحدث التسمم حيث تمتص عن طريق الجلد والفم والإستنشاق. وتعتمد فى فاعليتها على تعطيل الجهاز العصبى، حيث توقف عمل إنزيم أستيل كولين

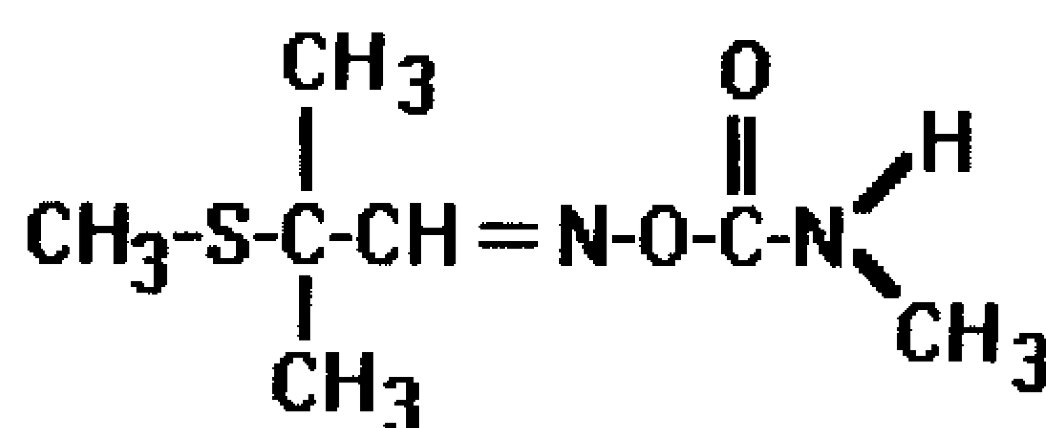
إستريز، فتتراكم مادة أستيل كولين عند نقطة التشابك العصبية والعضلية وتـصاب الضحية بالشلل وتموت.

ومركبات الكاربامات أكثر قابلية للتحلل من غيرها من المبيدات. ويمكـن للكبـد والكليتين تخليص الجسم من نسبة كبيرة منها.

وتتصف مركبات الكاربامات بقابليتها العالية للذوبان فى الماء، لذا يحدث تـسمم منها من بعض الأغذية الملوثة بها خاصة تلك العالية فى نـسبة رطوبتهـا مثـل البطيخ، حيث أنها تتحول إلى مركبات سرطانية فى المعدة كما أنها تـسبب العقـم ومن أمثلتها

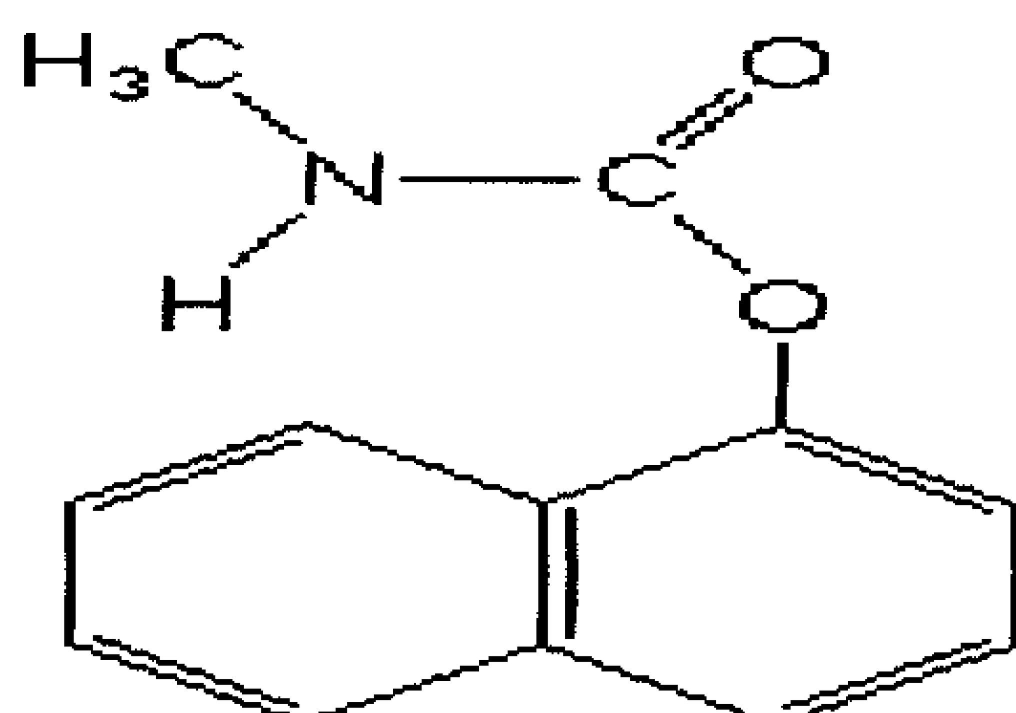


Carbofuran (LD_{50} : 8 ñ 14 mg/ kg) كاربوفيوران



أكثرها سمية

Aldicarb (LD_{50} : 0.93 mg / kg)



Carbaryl كارباريل (سيفين)

(LD_{50} : 850 mg / k g)

أقلها سمية

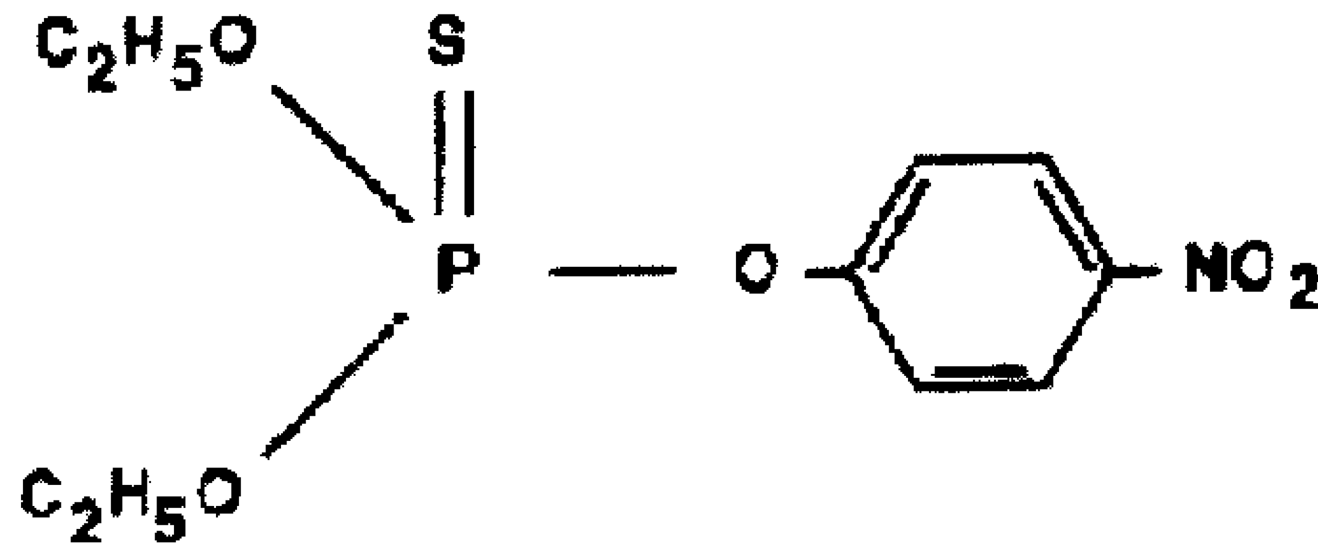
وبجانب المركبات السابقة يوجد مركبات عديدة منها ميثوميل (لانيت) – الفرادان

المجموعة الثالثة: مركبات الفوسفور العضوية Organophosphate insecticides

ظهرت خلال الحرب العالمية الثانية فى القرن الماضى وشاع إستخدامها وحلـت محل مركبات الكلورين العضوية إذ تتميز بقابليتها للذوبان فى الماء وعدم ثباتهـا طويلاً فى البيئة وتتفاوت فى درجة التحلل، فبعضها يبقـى أثـره لعـدة اسـابيع وبعضها سريع التحلل، ولاتتراكم فى الجسم. وترجع فاعليتها إلى تعطيلها لإنـزيم

الأستيل كولين إســتريز acetyl choline esterase الناقــل للــسيالات (النبــضات العصبية Nerve impulses)

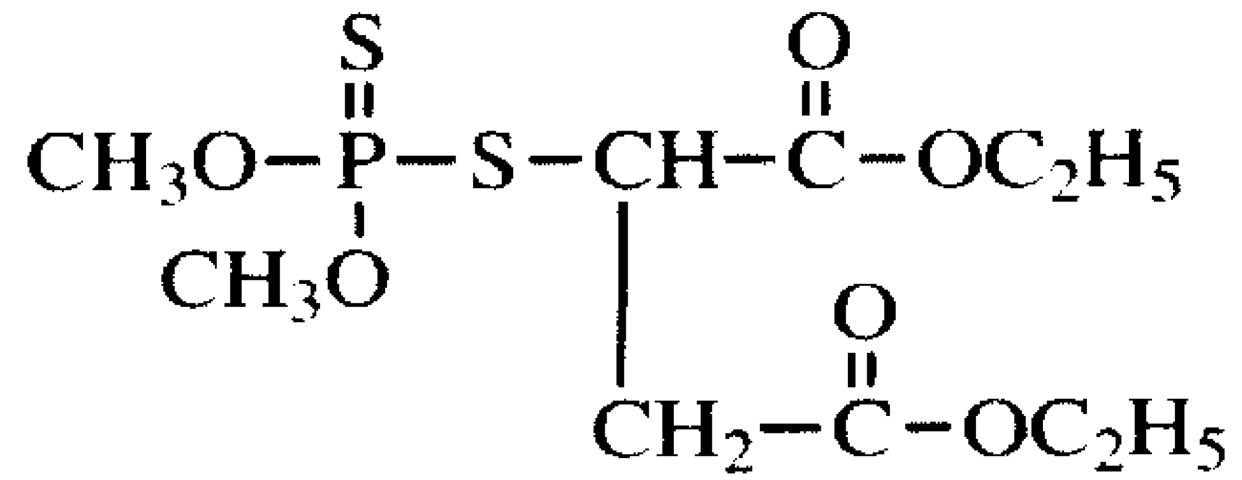
وهى عبارة عن إسترات لحمض الفوسفوريك أو الأرثوفوســفوريك أو مــشتقاتها وتحتوى على هالوجينات أو نيتروجين أو غيرها ومن أمثلتها



Parathion باراثيون

(LD_{50} : 10 ñ 12 mg / kg)

أكثر سمية فهو أكثر قدرة على الإرتباط بإنزيم أستيل كولين إستريز.



مالاثيون (Malathion) أقل سمية

(LD_{50} أكثر من الباراثيون) فهو أكثر هدماً

ويعتبر المالاثيون أكثر أفراد المجموعة الثالثة هدماً بإنزيمات الإستريز.

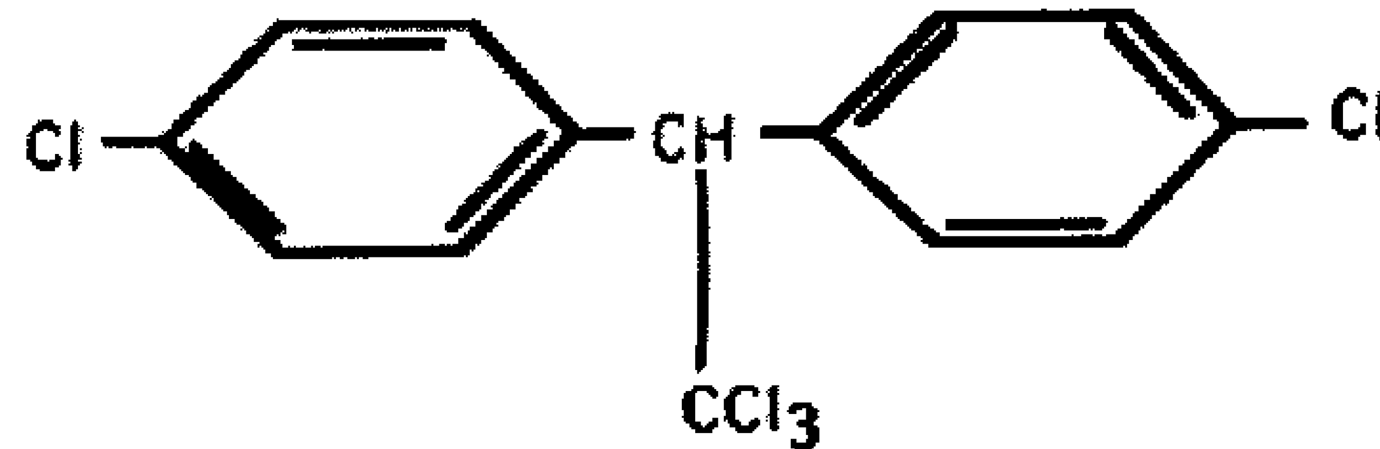
ومن أمثلة مركبات الفوسفور العضوية أيضاً دايمثويت – كلوربيرفيوس – أكتيلك – ديبزكس.

المجموعة الرابعة: مركبات الكلورين العضوية
Chlorinated hydrocarbons, organochlorines (OCS)

وظهرت منذ بداية الحرب العالمية الثانية سنة ١٩٣٩ ومنها:

١- DDT ومشتقاته وتعرف كيماوياً باسم:

P- dichloro diphenyl trichloroethane (DDT)

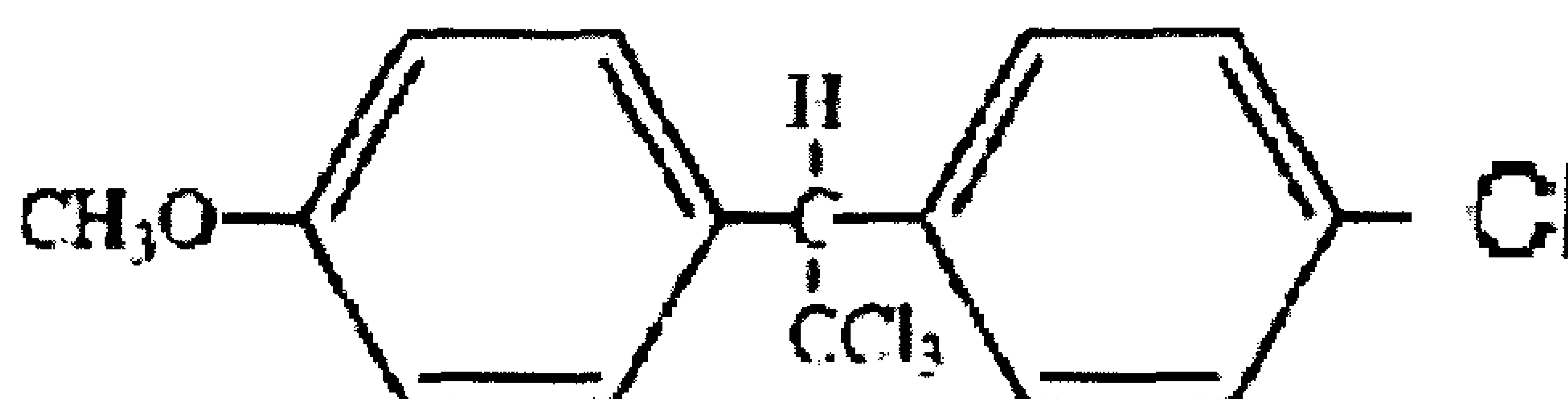


($LD_{50 : 500 : 2500 mg}$ / kg)

ويستخدم فى شكل محاليل ومعلقات ومساحيق تعفير وأيروسولات ودهانات. ويؤثر فى الحشرات بالملامسة، ويؤثر على أجزاء الجهاز العصبى المركــزى. مركــب

غير قطبى يذوب فى الدهون ويتجمع فى الأنسجة الحيوانية الدهنية. ثابت يتراكم فى التربة لبطء تحلله الذى يستغرق عشرات السنين. فرغم تحريم إستخدامه منذ ١٩٧٢ إلا أن بقاياه مازالت فى كل مكان فى العالم لقد وصل تركيزه فى ألبان الأمهات لحد أعلى من المسموح به وكذلك فى اللحوم والمنتجات اللبنية، ولكن إنخفضت حالياً بعد تحريم إستخدامه إلا أنه مازال يسبب خطراً على صحة الإنسان فقد وصل تركيزه فى دهن الجسم ٣٧ ppm للعاملين فى الزراعة، وفى ألمانيا ٤,٧ ppm والولايات المتحدة ٧,٧ ppm.

٢- ميثوكسى كلور



Methoxychlor (LD50 : 5000 : 6000 mg / kg)

وهو أقل سمية من DDT وأسهل تحللاً بإنزيمات الثدييات، وتتميز نواتجه بأنها مركبات اكثر قابلية للذوبان فى الماء وتخرج مع البول فهو لايتجمع فى الأنسجة ولايتراكم فى البيئة ويهدم بكائنات التربة.

٣- Chlorinated cyclodiene: وهى من السموم العصبية مثل DDT إذ تتداخل مع أيونات Cl , Ca وتمنع نقل السيالات (النبضات) العصبية

Nerve impulse transmission ومن علامات التسمم به حدوث تغيرات تشريحية فى الكبد وزيادة وزنه، ولها فعل مسرطن وقابلية للذوبان فى الدهن وتتجمع فى الأنسجة الحيوانية، وهى ثابتة وتنتقل فى السلسلة الغذائية ولذا حرم إستخدامها.

ملاحظات:

تتميز مركبات الكلور العضوية بثباتها فى البيئة وصعوبة تحللها أو ذوبانها فى الماء، مع سرعة ذوبانها فى الدهون لذا تتراكم فى أى نسيج دهنى داخل جسم الحيوانات والحشرات وتحدث تأثيرها السام على الجهاز العصبى الذى يضم أغشية دهنية وتسبب إضطراباً فى تمثيل الصوديوم والبوتاسيوم بالجسم.

ومركبات الكلور العضوية قد حرم إستخدامها فى كثير من الدول منـذ مـايقرب من أربعين عاماً (١٩٧٢) مما ادى إلى إنخفاض بقاياها فى البيئة والمنتجات اللبنيـة، وتعرف بالملوثات العضوية المـستديمة Persistent organic pollutants (POPS) وقـد وقعت معاهدة من حوالى ١٠٠ دولة وافقت فيها تحت رقابة بروجـرام البيئـة للأمـم المتحدة United Nations Enviroment Program للتحكم أو تحـريم ١٢ مركـب مـن POPS وتضم:

(DDT , Mirex, Toxaphene, HCB, PcBs, Dioxins, Furans,

ومجموعة Chlorinated cyclodiene والتى تشمل:

Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endrin, Heptachlor

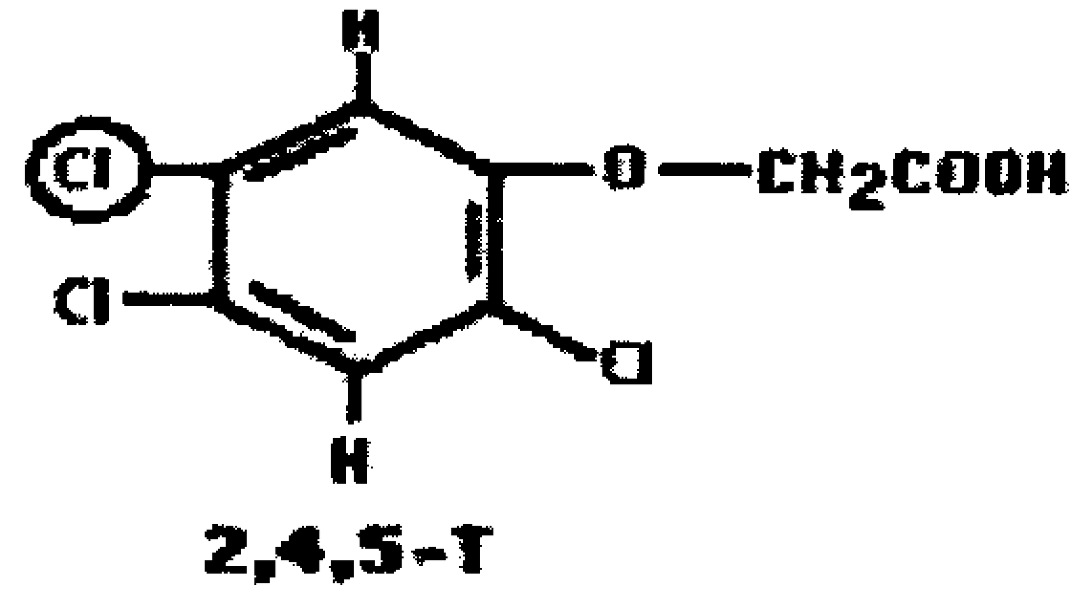
ثانياً : مبيدات الطفيليات Parasiticides

وهى إما مبيدات لطفيليات خارجية Ectoparasiticides أو داخلية Endoparasiticides وتستخدم المبيدات الخارجية لمعالجة جلد الحيوان مثل مبيدات الحشرات Insecticides ومبيدات القوارض Acaricides وهذه تشمل مركبات من أهمها مركبات فوسفورية عضوية OP، كاربامات، البيرترويد، الأرجانوتين Organotin وبعض المركبات العضوية النيتروجينية Organonitrogen مثل Acarcide amitraz ويصعب الكشف عن هذه المواد فى اللبن بعد يومين من الإستخدام ولكن بعضها قد يستمر حتى ٥ أيام.

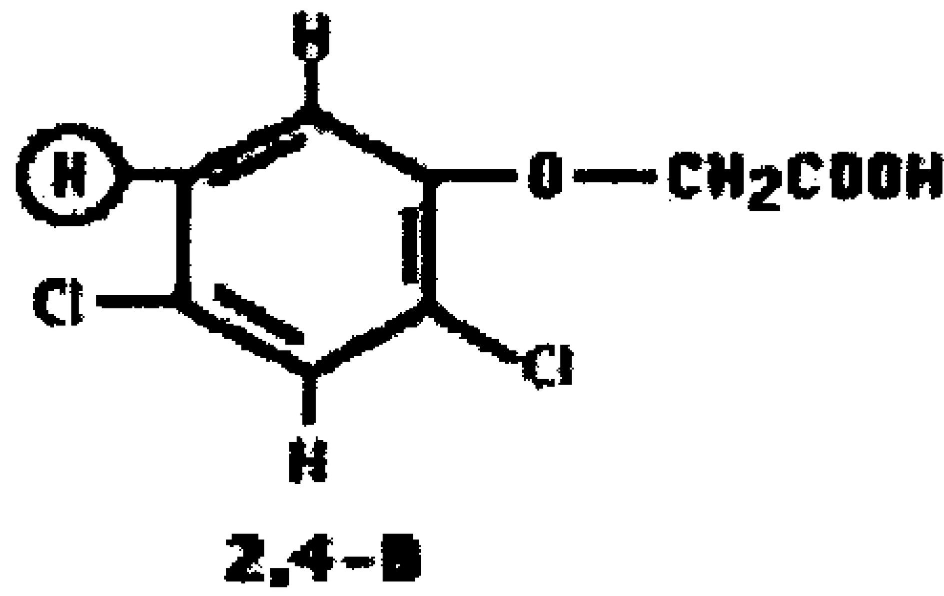
أما مبيدات الطفيليات الداخلية فإنها قد تنتقل إلى اللبن نتيجة حمل الدم لمركباتها الفعالة إلى الغدة اللبنية. ويتوقف ذلك على خواصها الكيماوية والطبيعية (مثل الكراهية للماء أوالدهن، الوزن الجزيئ ...) وعادة تعطى مبيدات الطفيليات الداخلية عن طريق الفم كمضافات فى العليقة أو تعطى حقناً أو فى صورة Pour ñ on preparation وذلك لمعالجة الديدان المعوية Helmiths والتى منها الدودة الشريطية Tape worms والإسطوانية Round worms والمفلطحة Flukes ومن هذه المبيدات Benzimidazoles مثل Theobendazole وقد درس معدل إفراز مبيدات هذه الديدان فوجد أن معظمها لاتبقى فى اللبن أكثر من ٥ أيام بعد العلاج لذا يجب أن تؤخذ الإحتياطات اللازمة لإستخدامها وعدم إستخدام اللبن قبل المدة المحددة بعد إستخدامها.

ثالثاً : مبيدات الحشائش Herbecides

ومعظمها مركبات كلور عضوية، وقد إستخدمت فى حرب فيتنام إذ أنهـــا تـــؤدى لسقوط أوراق النباتات الخشبية، وتعوق نمو الحشائش عريضة الأوراق، فتساعد علـــى كشف جنود فيتنام الذين كانوا يحتمون بها ومن أمثلة هذه المركبات



2,4,5 trichlorophenoxy acid
LD_{50} (500 mg / kg body)

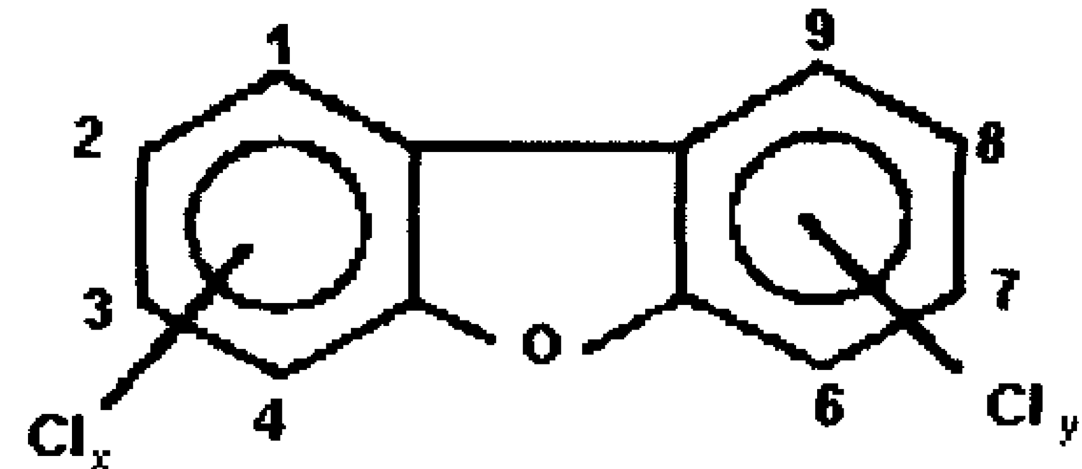


2- 4 dichlorophenoxy acid
LD_{50} (375 mg / kg body)

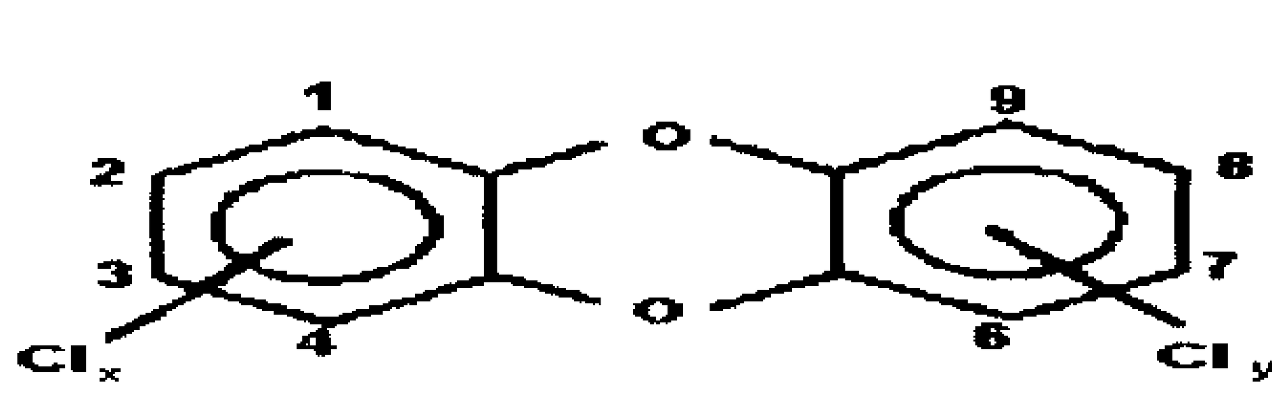
وهذه المركبات قليلة السمية للثدييات خاصة فى الجرعات الصغيرة، أما الجرعات الكبيرة فتؤدى إلى تصلب الأطراف والشلل وعدم المقدرة على تنسيق الحركة، وتتحلل إستراتها إلى الصورة الحمضية، وهى ذائبة فى الماء وتطرد مباشرة مع البول، وإن كان لبعضها تأثير سام فيرجع ذلك لتلوثها بمركبات الديوكسينات Dioxins ونظراً لشدة سمية هذه المركبات (الديوكسينات) فتشير إليها فيما يلى:

الديوكسينات Dioxins

الديوكسينات لفظ لمجموعة من المواد المتعلقة بـــ



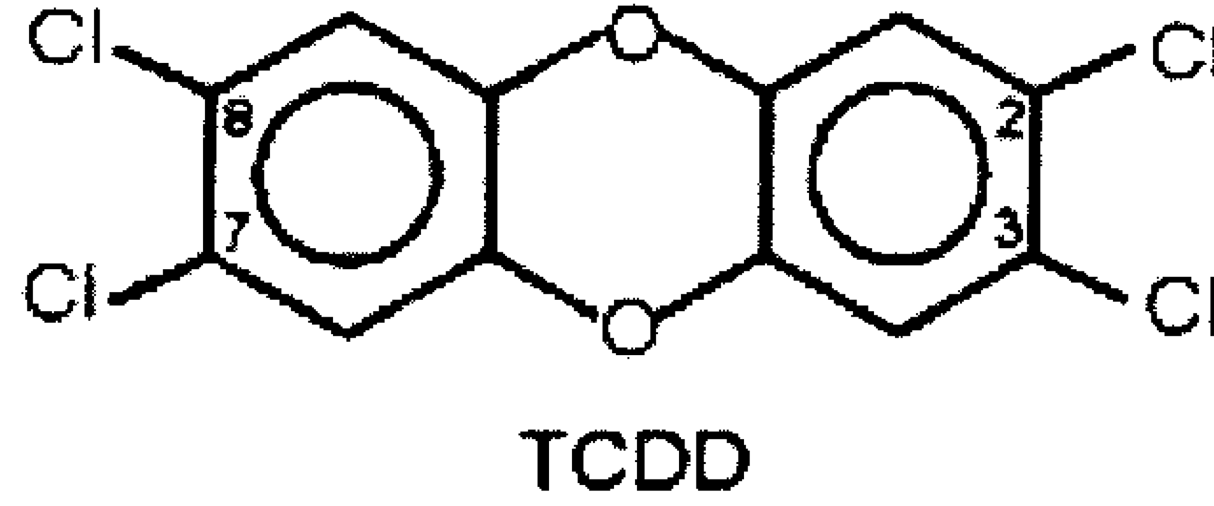
Poly chlorinated dibenzo furan (PCDF)
من ١ :٩ توجد ذرات H أو Cl



Poly chlorinated dibenzo ñ para ñ dioxins (PCDDS)
من ١ : ٩ توجد ذرات H أو Cl

ويوجد عدة أنواع من هذه المواد بعضها سام خاصة تلك التى تحتوى على ذرات الكلور فى المواقع ٢، ٣، ٧، ٨، ومن أكثرها دراسة وسمية

2,3,7,8 tetrachlorodibenzo ñ para dioxin (TCDD) ويشار إليه بإسم الديوكسين ومنه عدة مشابهات



خواص الديوكسين:

بللورات صلبة بيضاء وزنها الجزيئ ٣٢١،٩٦ تنصهر على ٣٠٠ م° وتتحل بدءاً من ٧٠٠ م° ثابتة كيماوياً وحرارياً فى الصوره الجافة تحت ظروف التخزين العادية، شحيحة الذوبان فى الماء (٠,٢ جزء / البليون PPb) محبة بشدة للدهون Highly lipophilic ترتبط بالتربة والرواسب والمواد العضوية الأخرى، ونظراً لوجودها فى الطبيعة فهى تتراكم عن طريق السلسلة الغذائية ويمكن وجودها بتركيزات منخفضة فى الغذاء، وهى مقاومة للهدم تحت الظروف الطبيعية نظراً لإرتباطها الشديد بالتربه والمواد العضوية، ولكن تهدم بسرعة تحت ظروف المعمل بفعل الأشعة فوق البنفسجية Uv radiation، وتختلف درجة الهدم بإختلاف المادة المرتبطة بها matrix ونوع التربة فى منطقة التلوث وكذا بإختلاف الظروف المناخية، ويزداد الهدم تحت ظروف المعمل فى وجود مصدر للأيدروجين Hydrogen doner.

ورغم إنخفاض ضغطها البخارى نسبياً فإنها تتطاير بدرجة ملموسة من السطح العلوى للتربة، وترتبط بجزيئات المواد وتتساقط عن طريق الهواء الجوى على أى سطح. وقد يوجد منها تركيز عالى من التلوث فى اللبن الناتج من مزارع قريبة من مصانع المواد الكلورية العضوية.

وتختلف فترة نصف العمر الخاصة بها فى التربة وذلك بإختلاف الظروف الجوية (فى الظروف الجافة نسبياً ٣٣٠ يوم وفى الظروف الرطبة الدافئة ١٩٠ يوم)، وكذا بمدى تلوث التربة ففى التربة شديدة التلوث (كما فى Severo بإيطاليا) تمتد فترة نصف العمر لحوالى عشر سنوات.

مصادرها ووجودها:

تتكون الديوكسينات كنواتج ثانوية غير متوقعة، فهى لاتصنع لغرض تجارى ولكن توجد كآثار ملوثات نتيجة صناعة وإنتاج المركبات الكلورية العضوية.

Chlorinated organic compounds مثل بعض المبيدات والمطهرات وسوائل تبييض الورق فقد عرفت فى العالم أثر إنفجار مصنع للكيماويات الكلورية العضوية فى Severo بإيطاليا سنة ١٩٧٦ حيث نتج عنه كميات كبيرة وجد منها ٠,٢٦ كجم TCDD بالتربة المحيطة بالمصنع.

كما تتولد الديوكسينات كنواتج إحتراق الخشب والفحم والمركبات الكلورية العضوية مثل البلاستيكات الكلورية والتى منها Polyvinyl chloride (PVC) والذى يستخدم فى عديد من المنتجات التجارية (كعازل للكبلات وعبوات للأغذية) وتختلف الكمية الناتجة بإختلاف نوع البلاستيك (١ مجم | كجم بلاستيك طرى، ٢٢ مجم | كجم بلاستيك صلب). كما تتكون الديوكسنات كمخلفات لمواقد القمامة Incinerators ومحارق الأسمنت Cement kilns وبقايا مخلفات مصانع الصلب. والجرعة اليومية المحتملة Tolerable daily intake (TDI) للديوكسين والفوران تبعاً لهيئة WHO هى $1\text{-}4$ pg TEQ $Kg^{-1} \backslash day^{-1}$ والمصادر الأساسية التى قد يتعرض لها الإنسان هى الأغذية الحيوانية، وبقدر ما يأخذه الفرد من الديوكسينات فى اليوم فى المدن الصناعية بمقدار $1\text{-}3$ pg TEQ $kg^{-1} \backslash day^{-1}$ وتسهم منتجات الألبان بحوالى ¼: ⅓ المأخوذ يومياً من الديوكسينات وهذه تمثل $١٠^{-١٢}$ جم | جم دهن أى PPt وعادة ماتقدر الجرعة من الديوكسينات بما يعرف بمكافئ التسمم Toxic equivalent TEQ.

التأثير الصحى للديوكسينات Health impact

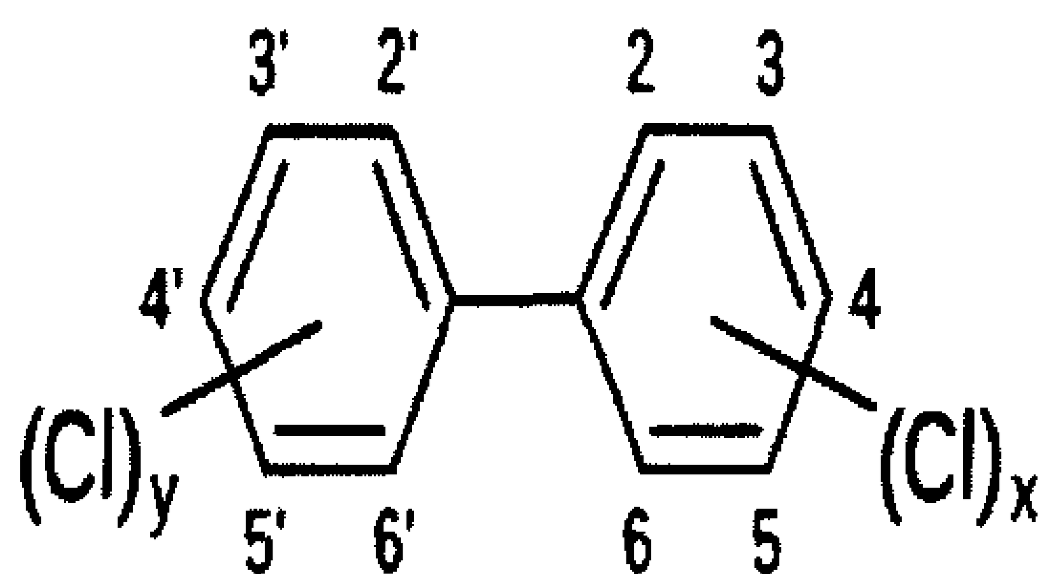
الديوكسينات مواد شديدة السمية very potent toxicants نظراً لإمتصاصها بالإمعاء فهى محبة للدهون Lipophilic لذا يزداد إمتصاصها عند إرتباطها بزيوت أو دهون الطعام. ويعتبر TCDD أكثر الديوكسينات فاعلية فى إصابة الحيوان بالسرطان وقد صنفت سنة ١٩٩٧ بأنها مسرطن آدمى Human carcinogen. وتختلف سمية TCDD تبعاً لنوع الكائن المعرض لها فنجد LD50 (µg \ kg) تتراوح مابين ٠,٦ µg \ kg

بالنسبة لخنزير غينيا إلى ٥,٥١ µg / كجم بالنسبة للهمستر Hamster كما تختلف شدة سميتها من مركب لآخر نظراً لإحتمال وجود معها مواد سامة أخرى من المبيدات الكلورونية. ومن ذلك نرى وجود مدى واسع للحساسية من هذه المركبات فلو إستخدم LD_{50} والخاص بخنزير غينيا (0.6 µg \ kg) فهو يعادل فى سميته ٦٤٠٠٠ مرة ضعف سمية سيانيد الصوديوم كما تختلف شدة السمية بإختلاف الجرعة المستخدمة.

الجرعة	الأعراض
٥ أيام فى الإسبوع لمدة ١٣ إسبوع 1µg \ kg	ظهرت الأعراض بعد أول جرعة والموت
٥ أيام فى الإسبوع لمدة ١٣ إسبوع 0.1 µg \ kg	نفس الأعراض فقط بدرجة أقل
٥ أيام فى الإسبوع لمدة ١٣ إسبوع 0.01 µg \ kg	زيادة طفيفة فى الوزن النسبى للكبد
٥ أيام فى الإسبوع لمدة ١٣ إسبوع 0.001 µg \ kg	لاتأثير يذكر
لمدة ٢ سنة 1 ng \ kg	لم تظهر آثار سامة
لمدة ٢ سنة 10 ng \ kg	أضرار فى الكبد وأورام مختلفة فى الفئران

والجرعات العالية 0.5 PPb تسبب تسمماً حاداً acute toxicity يؤدى إلى الموت الذى يحدث بعد ٢ – ٦ أسابيع (½ : ١½ شهر) بعد التعرض لمرة واحدة أو عدة مرات ويعتمد ذلك على نوع الكائن الحى المختبر. وفى أثناء ذلك يحدث نقص فى الوزن بما يعادل ٣٠ – ٤٠٪ من الوزن الأصلى مما يجعل الحيوان هزيلاً كأنه يعانى من مجاعة تؤدى إلى الوفاة، ويعزى ذلك إلى عدم قابلية الحيوان للطعام أو إلى خلل فى التمثيل الغذائى كتثبيط الإنزيمات المنتجة للطاقة ويفقد الحيوان أظافره وأهداب العين ويحدث صلع بالوجه. كما يحدث تثبيط لإنزيمات تخليق DNA ويصاب الحيوان بإضطرابات نفسية وعصبية، وبتشريح الجثة يلاحظ زيادة نسبية فى وزن الكبد والكلى والغدة الكظرية Adrenals ونقص الغدة الثيمية Thymus بالنسبة للوزن الكلى للجسم. وتعرض الإنسان للديوكسينات بجرعات صغيرة ولمدة طويلة تسبب فى فقد الأظافر وأهداب العين Eye laches وصلع الوجه. وبتعرض الإنسان لجرعات صغيرة من الديوكسينات ولمدد طويلة يصاب بما يعرف بإسم Chloracne (بثرات نتيجة التعرض لمركبات الكلور) وهو عبارة عن نوع من التقرن Hyper keratosis أو مايسمى Comedones وهى عبارة عن بثرات فى الوجه سوداء الرأس وتشبه حب الشباب.

ولكن فى حالة Chloracne فغالباً ما تندمج هذه البثرات مما ينشأ عنه تشوه أكبر من دور حب الشباب ويحدث ذلك على الوجه والرقبة وقد يمتد إلى الظهر والصدر والأطراف كما قد يصيب الخصية عند الذكور. وقد تستمر هذه الأعراض لفترة طويلة يعتمد ذلك على شدة الإصابة. قد تمتد أحياناً إلى ٣٠ عاماً بعد توقف التعرض للعامل المسبب، وقد يشفى المريض وتظهر الأعراض بعد ذلك حتى مع عدم التعرض للمسببات. ويرجع ذلك لوجود مسببات لها Acengon فى الكبد ومخازن الدهن بالجسم. ويصاحب الشفاء ظهور ندب وإلتهابات بالجلد وأحياناً حساسية للضوء Photo sensitivity. وقد تعالج هذه الحالات خاصة المتوسطة منها بإستخدام فيتامين A فى صورة سائل أو كريم cream.



ملحوظة:

قد يوجد بالبيئة مركبات أخرى تشبه الديوكسينات يمكن التعرف عليها فى اللبن مثل مركبات Chlorinated hydrocarbons والتى من أهمها المركب المسمى باسم Poly chlorinated biphenyls (PCBS) وهو من المخلفات الصناعية التى لايمكن للطبيعة التخلص منها وهى تشبه فى خواصها الفيزوكيماوية خواص الديوكسينات فهى ثابتة كيماوياً وحرارياً وشديدة الذوبان فى الدهون High lipophilic وإرتفاع درجة غليانها وهى مقاومة للنار Fire resistance مما ساعد على إنتشار إستخدامها فى كثير من الصناعات مثل المواد العازلة والبلاستيك والدهانات ومعالجة الأخشاب وغيرها. وهى عبارة عن مخاليط تحتوى PCDFS كشوائب بمعدل ٠,٨ – ٥ مجم / كجم وتنتج وتستخدم تجارياً وبكثرة فى كثير من الصناعات منذ ١٩٢٩ وفى الستينات فى القرن الماضى أصبحت موجودة فى كل بيئة حتى منعت من منتصف السبعينات عندما حدث منها حوادث تسمم إلا أن هناك بقايا منها يمكن الكشف عنها فى البيئة وإن كانت شدة الرقابة البيئية أدت إلى خفض مستواها فى الأغذية وبالتالى قلة تعرض الإنسان لها فى العقد الأخير. ونسبتها فى اللبن والدهن الحيوانى أقل من ١٠٠ µg / كجم (PPb).

وبخصوص تأثيرها الصحى Health impact فرغم أنها قد تسبب تأثيرات غير مرغوبة مختلفة إلا أنه يصعب تقدير شدة سميتها لوجودها فى صورة معقدة من مخاليط من مواد سامة أخرى مثل الديوكسينات والمبيدات الكلورونية الأخرى. وتوصف PCBS بأنها مركبات محتملة إصابة الإنسان بالسرطان Probable human carcinogens وفى التجارب على الحيوانات كان لها تأثير على نمو وتكاثر ونظام المناعة عند هذه الحيوانات. ومتوسط ما يتناوله الإنسان فى اليوم أقل من ٠,١ – ١,٩ µg للشخص / يوم. وقد وضعت عديد من الدول حداً لبقايا PCBS فى المنتجات اللبنية.

العوامل المؤثرة على ثبات المبيد:

من العوامل المؤثرة على ثبات المبيد ومصيره:

١- خواص المبيد: الطبيعية مثل ضغطه البخارى وسرعة تبخره، الكيماوية مثل مدى تحلله بفعل العوامل الجوية، البيولوجية مثل تحلله بالعوامل الحيوية. ومدى قدرة المبيد على التحرك تحت سطح التربة وقدرته على الإرتباط بسطح التربة ومن ثم بالنبات فبعضها له خاصية التراكم فى أنسجة النبات، وبعضها وخاصة الفوسفورية يمكن تحللها داخل أنسجة النبات.

٢- مقدار الجرعة وعدد مرات إستخدام نفس المبيد.

٣- نوع المحصول بالتربة وعمره ومعدل نموه والمعاملات التكنولوجية التى تجرى على المحصول بعد الحصاد من تنظيف أو تقشير أو غسيل وتجفيف وتبخير وطهى.

٤- عوامل متعلقة بالتربة والمناخ (رملية – طينية – ضوء – حرارة – رياح).

٥- عوامل النمو عن طريق تكوين أجنة جديدة تخفض من تركيز المبيد.

مخاطر المبيدات:

كما أن للمبيدات تأثيرا قاتلا للحشرات فإن بقاياها فى الغذاء تلحق ضرراً كبيراً بالإنسان حتى إذا تناولها بكميات ضئيلة ولكن على المدى الطويل. وقد عرفت ظاهرة التلوث بالمبيدات فقط فى النصف الثانى من القرن العشرين حيث وقع الإنسان ضحية لما إبتكره، إما بسبب سوء الإستعمال أو الجهل بسميتها أو التعرض غير المباشر أو

المباشر نتيجة تلوث غذائه وهوائه، وذلك عن طريق تناول الغذاء الذى عومل مباشرة بالمبيد، أو عن طريق غير مباشر بتناول الأغذية الحيوانية والدواجن ومنتجاتها والتى تغذت على أعلاف أو أعشاب ملوثة بالمبيدات، فالمبيدات تذوب فى الدهون وتتركز فيها وفى الألبان والبيض ومنتجاتها الأخرى. وعموماً يمكن تناول هذه المخاطر من ثلاث زوايا:

الأولى: مخاطر بيئية (إختلال التوازن البيئى - تلوث الغذاء)

وتتمثل فى التأثير الضار لهذه المبيدات على بعض الكائنات المفيدة، وتلوث المياه الجوفية والتربة الزراعية مما يضعف من خصوبتها. ومعظم المبيدات شديدة السمية، ومقاومة للهدم الحيوى، ويمكن البقاء فى التربة عشرات السنين، وتنتقل من التربة إلى النبات فالحيوان فالإنسان الذى يصل فى نهاية السلسلة الغذائية. ويصل التركيز أقصاه فى جسم الإنسان إذ تتراكم مع تقدم العمر فى أنسجته الترسيبية adipose tissue، مما يؤدى لظهور الأمراض الخبيثة والتشوهات الخلقية للجنين إذا مازادت بقاياها عن حدود معينة.

وكثيراً ما تتعرض الأغذية للتلوث بالمبيدات إما عن طريق مباشر أثناء الرش أو بطريق غير مباشر ومن أمثلة ذلك:

١- تلوث المياه: تلوث مياه الشرب يعتبر من أخطر المشاكل الصحية، فقد أظهرت التحاليل الدقيقة وجود متبقيات للمبيدات خاصة مركبات الكلور العضوية فى مياه الشرب، حيث أن عمليات التنقية والمعالجة المألوفة للمياه لايمكنها إزالة تلك المخلفات. وقد وجدت نسب متفاوته من هذه المخلفات فى عينات مياه الشرب المأخوذه من عدة محافظات فى مصر تراوحت مابين ٠,٠٢١ - ٠,٠٥٤ ppm كما لوحظ أن العينات المأخوذة من المناطق الريفية كانت نسبة المخلفات بها أعلى من المناطق المدينية. كما يعتمد مستوى المخلفات على طبيعة مصدر المياه، فعينات المياه الجوفية الموجودة على عمق ٥٠ م إحتوت على نسبة أقل من مخلفات المبيدات بالمقارنة بعينات المياه القريبة من سطح الأرض (٦ م). أما عينات ماء النيل فإحتوت على نسبة ضئيلة من تلك المخلفات بعد معالجتها. هذا فيما يتعلق بالمياه المعالجة التى يتناولها الإنسان. لكن الحيوانات الأليفة وحيوانات

المزرعة تشرب من المجارى المائية غير المعالجة لذا فهى أكثر عرضة للتلوث بمخلفات المبيدات.

٢- اللحوم: فرغم عدم وجود حصر لمدى تواجد مخلفات المبيدات فى لحوم الحيوانات المعروضة فى الأسواق فى مختلف بلدان العالم إلا أن الدراسات التى أجريت فى مصر (كلية طب بيطرى الزقازيق) لإستبيان مدى تواجد بقايا المبيدات الشائعة الإستخدام فى مصر بحيوانات المزرعة، وجد أن بعض المبيدات الهيدروكربونية المكلورة تتواجد فى ذبائح الجاموس والبقر والغنم والجمال. وقد وجد أن دهن وكبد هذه الحيوانات يحتويان أعلى مستوى تراكمى من هذه المبيدات، يليها الكلى ثم اللحوم بنسبة تفوق بكثير المسموح به دولياً. كما دلت النتائج على أن الطهى بالغلى أو التجميد ليس له تأثير يذكر على بقايا المبيدات. وخلصت الدراسة إلى خطورة تداول وإستهلاك لحوم ونتاج هذه الحيوانات، كما أوصت بضرورة سن قوانين للحد من تواجد هذه المبيدات بلحوم الحيوانات، وقد حددت إدارة الأغذية والأدوية فى الولايات المتحدة الأمريكية الحدود الآمنة للمتبقيات فى دهون لحوم البقر والماعز والدجاج والغنم من ٣ – ٧ جزء / مليون من المبيدات الكلورية العضوية حسب نوع المبيد وشدة سميته، وتعتبر المبيدات الفوسفورية ومركبات الكرباميت أقل خطورة من المبيدات الأخرى حيث لاتتراكم فى الدهن ويتلف معظمها فى الجهاز الهضمى للحيوان.

٣- البيض وأنسجة الدجاج: أوضحت الدراسات وجود بقايا من المبيدات فى عليقة الدجاج ومياه شربه وكذا فى البيض الناتج منه وبنسبة مرتفعة فى دهن وأنسجة الدجاج.

٤- عسل النحل: يتعرض عسل النحل للتلوث بالمبيدات (مثل شرائط الأبستان) التى تستخدم فى مقاومة حشرة الفاروا التى تصيب النحل وتقضى عليه، كما تعلق جزيئات المبيدات بشغالات النحل أثناء تغذيتها على رحيق ازهار النباتات المرشوشة مما يؤدى لتلوث العسل والشمع وغيرها من منتجات النحل بالمبيد.

٥- الأسماك: تؤكد معظم الدراسات أن المبيدات تحدث تسمماً للأسماك حتى عند التركيزات الضئيلة، والأسماك التى تقاوم هذه التركيزات تحتوى لحومها على

تركيزات عالية من بقايا المبيد، ففى إحدى مزارع السمك (التل الكبير) وجد أن مياه الأحواض تحتوى بقايا مبيدات حشرية أعلى من المعدل المسموح به، وثبت وجود هذه المبيدات فى عينات سمك البلطى بصورة تضر بصحة المستهلك خاصة فى الأسماك التى توجد بالمصارف، وكذا بالأسماك التى تحتوى نسبة عالية من الدهن مثل ثعابين السمك. وقد تركز الأسماك المبيد فى جسمها إلى تركيزات مرتفعة تفوق الموجودة فى المياه التى تعيش بها فقد لوحظ إرتفاع مستوى متبقيات DDT فى أسماك السالمون إلى٧٠٠ ضعف ما هو موجود فى البيئة المحيطة. وتحدد بعض الدول الا تزيد مركبات المبيدات فى الأسماك عن ٥ جزء / مليون (من ١ – ٧ جزء / مليون تبعاً لنوع المبيد).

وتعتبر أسماك ناصر أقل الأسماك إحتواء على المبيدات والمعادن الثقيلة ويزيد تلوث الأسماك (البلطى) كلما إقتربنا من شاطئ البحر الأبيض المتوسط وأكثر الأسماك تلوثاً كان فى وسط الدلتا وخصوصاً أسماك المصارف والترع. فمن تجربة لتقدير متبقيات المبيدات الكلورونية فى عينات من أسماك البلطى والبياض تم صيدها من خمس مواقع مختلفة كان متوسط التركيزات (ميكروجرام / كجم نسيج رطب) كما يلى (جدول ٥٧)

جدول (٥٧) المبيدات الكلورونية فى عينات من اسماك البلطى والبياض

نوع السمك	شبرا الخيمة	إمبابة	التحرير	الجيزة	المعادى
سمك بلطى	٢٢,٤٢	١٣,١٥	٤,٦٣	٤,٠٣	١١,٥٣
سمك بياض	١٤,٧٥	٢٧,٦٩	٢٣,٠٥	٤٧,٢٢	٥٠,٥٣

ويرجع التباين إلى إختلاف درجة التلوث فى هذه المناطق، وإختلاف معدلات تراكم هذه المبيدات فى أنسجة الأسماك المختلفة. ويلاحظ أن النسب المذكورة أقل من الحدود القصوى المسموح بها فى بعض الأغذية الحيوانية الأخرى. أما عن مصير هذه المبيدات فى السمك فبعضها يتراكم فى الكبد والأحشاء الداخلية والدهن الموجود تحت الجلد، ويتخلص السمك من جزء منها عن طريق الخياشيم والكليتين ونسبة قليلة تبقى فى العضلات التى تؤكل.

٦- الخضر والفاكهة: يحدث تلوث الخضر والفاكهة بالمبيدات إما بطريقة مباشرة نتيجة معاملتها بالمبيدات فى الحقل خلال برامج مقاومة الافات حيث يمتص النبات المبيد من التربة الملوثة، أو بطريقة غير مباشرة عن طريق الهواء من خلال الجزيئات المنتشرة بالهواء من الحقول المجاورة. ومن أمثلة حالات التلوث بالمبيدات التى حدثت فى مصر ظهور مركبات الكلور العضوية إلى جانب مركبات الفوسفور العضوية فى عينات من البطاطس بتركيزات أعلى من المحاصيل الخرى. إذ بالغ بعض التجار فى معاملتها بالمبيدات حتى تتحمل التخزين لفترات طويلة، مما أدى إلى إنبعاث رائحة المبيد السامة منها فى بعض الأسواق، وقد صادرت الجهات المسئولة كميات من البطاطس المعروضة بالأسواق وصلت مئات الأطنان وأعدمتها خلال صيف ١٩٩٧ وإشتهر آنذاك بالبطاطس المسممة وبجانب تلوث البطاطس فقد ثبت وجود بقايا مبيدات الكاربامات فى عينات من الخضر النامية فى الصوبات الزراعية مثل الخيار والطماطم والباذنجان وكان أكثر تركيزاً فى الخيار وخاصة خلال موسم الشتاء.

ونشير فيما يلى إلى أثر العمليات التصنيعية على بقايا هذه المبيدات فى الخضر والفاكهة إذ قد تعمل العمليات التصنيعية على تقليل المتبقى من هذه المبيدات مثال ذلك:

أ- إزالة الأجزاء التالفة – النقع – الغسيل فى مياه جارية نقية تزيل حوالى ٥٠٪ كما أن السلق فى الماء يزيل ٥٠٪ أما السلق فى البخار أو البسترة فتزيل فقط حوالى ٣٪. كما يزيل التقشير جزءاً كبيراً من الملوثات السطحية (٩٠٪ الموجودة على البطاطس وثمار الموز والبرتقال والمانجو والقرع والبطيخ).

ب- عمليات تجهيز العصائر والمربات تزيل كثير من بقايا المبيدات إذ تبين أن عصير الفواكه يحوى نسبة أقل من هذه البقايا مقارنة بثمار الفاكهة الكاملة.

ج- الطهى: رغم أن معظم المبيدات ثابتة ضد الحرارة إلا أنه يحدث لها إنهيار فعلى بالتسخين فى وجود المادة الغذائية.

د- التبريد والتجميد: بعض المبيدات لاتتأثر بالتبريد أو التجميد وتتفاوت المبيدات فى هذا الشأن.

ملاحظات:-

- معالجة الخضر والفاكهة بكميات كبيرة من المبيدات ولفترة طويلة قبل الحصاد قد تسمح لبقايا المبيدات بإختراق القشرة والإستقرار فى الأنسجة الداخلية بنسب عالية مما يشكل خطراً على المستهلك لاتفيد معه عمليات الغسيل والتجهيز.
- بالنسبة للخضروات الورقية الملوثة فإن المبيدات تنفذ داخل أنسجتها بعد ساعة من المعاملة، ولاتجدى عمليات الغسيل فى إزالتها لذا يجب الحيطة ومعرفة مصدر هذه الخضروات.

٧- الوجبات السريعة: أظهرت الدراسات أن الوجبات السريعة التى تقدمها المطاعم والفنادق وحتى المستشفيات تحتوى على نسب متفاوته من بقايا المبيدات، تتوقف على طبيعة الغذاء وطريقة إعداده فالأطعمة الغنية بالدهن وكذا التى تطهى مع الدهون كشرائح اللحم أو التى تقلى فى الزيت لفترات طويلة تحتوى كميات أكبر من بقايا المبيدات عن اللحوم والأطعمة المشوية أو المسلوقة. كما وجد أن الأغذية ذات الأصل الحيوانى خاصة المخ والكبد والطحال واللحوم الدسمة تحتوى بقايا مبيدات أكثر من الأغذية النباتية كالبقول والحبوب والخضروات.

٨- الألبان ومنتجاتها: هناك مصدران أساسيان لتلوث اللبن بالمبيدات الأول التلوث من المبيدات المستخدمة لمقاومة الحشرات والطفيليات (ذباب – قمل – قراد) الموجودة بحظائر الحيوانات وأجسامها. والثانى المبيدات المستخدمة على أعلاف الحيوانات نتيجة الرش بطريقة عشوائية على حقول البرسيم والذرة المجاورة لحقول القطن المصابة. ومازالت بعض الأعلاف المستوردة من الخارج من دول تستخدم مركبات الكلور العضوية فى العمليات الزراعية أو مكافحة الملاريا تحتوى على بقايا من هذه المبيدات كما أن من مصادر التلوث إستخدام مخلفات المجارى Sewage sludge فى تسميد الأرض. وفى جميع الحالات فإن هذه المبيدات يمتص بعضها عن طريق الجلد والجهاز التنفسى أو تصل إلى الجسم عن طريق الجهاز الهضمى حيث يفرز جزء منها فى اللبن. وقد تختفى بقايا هذه المبيدات فى اللبن بعد أيام قليلة من تلوثه بها، ولكن فى

بعض الحالات قد تبقى معدلات قليلة لمدة طويلة، كما قد يخزن بعضها فى أنسجة الجسم الدهنية وينتج عنها تأثيرات تراكمية Commulative effects. ونظراً لشراهة معظم هذه المبيدات للدهون فهى ترتبط بدهن اللبن وتتركز فى منتجاته الدهنية (قشدة – زبدة – سمنة) وكذا فى الجبن والمثلجات اللبنية. ومن الدراسات التى أجريت على تلوث اللبن ومنتجاته بالمبيدات:

أ- فى مصر:

فى زراعة القاهرة (Fawzia, 1996) وفى دراسة على المبيد (أزينفوس ميثايل) من المبيدات الفوسفوعضوية أعطى المبيد إلى ماعز عن طريق الفم فى كبسولات جيلاتينية (١٠ – ٢٠ جزء / مليون) من العليقة. ودرس أثر ذلك على كمية المبيد المفرز فى اللبن – الدم – البول – البراز – الأعضاء وأثر المبيد على إنتاج اللبن وخواصه. حيث أعطى المبيد لمدة ٤ أيام متتالية، ثم أخذ العينات وتحليلها طول هذه الفترة وكذا لمدة ١٤ يوم بعد ذلك وتشير النتائج:

١- فرز من المبيد فى:

البول (٥٩ – ٦٠٪) – فى البراز (٤ – ٥٪) فى الأعضاء والأنسجة الدهنية – الكبد – المخ – القلب – المرارة (٣ – ٤٪) – اللبن (٠,٠٨ – ٠,١٤) – الدم (٠,٠٣ – ٠,٠٤).

وأمكن التعرف على نواتج التمثيل الأتية فى كل من اللبن والبول

Dimethyl phosphodiothioc, Monodimethylated azinphos methyl, Dimethyl phosphorothoic

٢- تأثير المبيد على كمية اللبن وبعض خواصه:

محصول اللبن: إنخفاض محصول اللبن بزيادة الجرعة

زمن التجبن: طول زمن التجبن

بروتين – T.S , F – لاكتوز – وزن نوعى – حموضة: لم تحدث تغيرات معنوية

الإلكتروفورسيس: α_{scn} تحلل لعدة أجزاء، Kcn إختفى، بروتينات الشرش تغير طفيف فى B lacto وتحلل لشقين

الأحماض الدهنية الحرة: زيادة طفيفة.

وفى زراعة عين شمس (Abou Arab, 1991) فى دراسة على بقايا بعض مبيدات الكلور العضوية فى عينات من اللبن والمنتجات اللبنية جمعت فى الفترة من ١٩٨٨ - ١٩٩٠ وجد أن:

٦٢٪ من عينات اللبن، ٨٥٪ من عينات لبن الأم، ٦٧٪ من عينات الزبادى، ٥٣٪ من عينات الجبن الأبيض ملوثة بالمبيدات كلوروعضوية (ليندين) وقد كانت النسب الموجودة بهذه العينات أقل من الحدود القصوى المسموح بها. وقد يفسر ذلك بقدرة الحيوان على إبطال سمية هذه المبيدات وإفراز معظمها فى البول والبراز. وكانت نسبة هذه المبيدات فى لبن الأبقار (٠,٠٣ - ٠,٠٧ جزء / مليون) أقل مما فى لبن الجاموس (١٢ جزء / مليون) مما يدل على وجود علاقة بين نسبة الدهن والمبيد باللبن.

كما درس أثر العمليات التصنيعية على مصير البقايا من مركبات الكلور العضوية باللبن ولوحظ:

١- تعقيم اللبن ١٢٠°م / ١٥ د أو غليانه ١٥د: خفض نسبة مشتقات DDT بمقدار ٦٨٪ ولم يكن للبسترة تأثير فى ذلك.

٢- UF: Premeate به ٢٠ - ٤٠٪ من المبيد، Retentate به ٨٠٪ من المبيد.

٣- عمليات الفرز والخض والتسييح

فرز		خض		تسييح	
لبن	←	قشدة	←	زبدة	← سمنة
١٠٠٪		٩٤٪ من المبيد الموجود باللبن		٨٢٪ من المبيد الموجود بالقشدة ٧٧٪ من الموجود باللبن	٩٢٪ من المبيد الموجود بالزبد ٨٥٪ من المبيد الموجود بالقشدة ٥٨٪ من المبيد الموجود باللبن

كما درست بقايا المبيدات الحشرية الكلورونية فى عينات لبن جاموسى خام (Abd El- kader et al, 1994) وأظهرت النتائج تلوث اللبن بمركبات الفاكلوروسيكلوهكسان، بيتا كلوروسيكلوهكسان، جاما كلوروسيكلوهكسان، DDT ومشتقاته، الألدرين Aldrin، الديلدرين Dieldrin، الإندرين Endrin بتركيز

٠,٠٤٤، ٠,٤٦٠، ٠,٠٤٦، ٠,٢٦٨، ٠,٨٨٠، ٠,١٨٢، ٠,٠٥٢ مجم / كجم دهن لبن على التوالى. وتبين الدراسة إحتواء عينات اللبن على تركيزات مرتفعة لبقايا بعض المبيدات الكلورونية مما يؤثر على سلامة إستخدامها الآدمى.

وفى دراسة على الألبان المجففة المستوردة (El- Sayed et al, 1993) لتقدير بقايا المبيدات الحشرية (مركبات الكلور العضوية وفنيلات الكلورنيات المركبة، المبيدات الفوسفورية العضوية) كانت النسبة من تلك المركبات تحت الحد المسموح به تبعاً لمنظمة الأغذية والزراعة FAO ومنظمة الصحة العالمية WHO.

بينما كانت تركيزات مركبات الأندرين، اللدرين + الدى الدرين ٦,٦، ١٤,٠٣ µg / كجم على التوالى وهى أعلى من النسب المسموح بها. ولم تحتوى هذه الألبان على مركبات داى ميثوات، هبتاكلورولاندوسولفان والإندرين داى هايدوسلفات الإندوسولفان.

ب- فى أسبانيا وكينيا

ويبين الجدول التالى بقايا Oranochlorides OCs فى لبن UHT من مناطق مختلفة من أسبانيا سنة ١٩٧٨ مقارنة بعينات أخرى سنة ١٩٩٤ ومنها يتضح إنخفاض إستعمال المبيدات وإستعمالها فى أضيق الحدود (Jarrido et al, 1994)

جدول (٥٨) بقايا OCs فى لبن UHT

المبيد	المتوسط مجم / كجم عام ١٩٧٨	المتوسط مجم / كجم عام ١٩٩٤	المصرح يومياً مجم / كجم من وزن الجسم Acceptable daily intake(ADI)
DDT and Metabolites	٠,٨٥	٠,٠٥٦	٠,٠٢٠
Heptachlor	٠,٠٤٨	٠,٠٢٨	٠,٠٠٠٥
Dieldin	٠,٠٤٧	٠,٠٢٦	٠,٠٠٠١

وفى كينيا وجد أن ٣ – ٤٪ من عينات اللبن فى كينيا تحتوى على مركبات الكلور العضوية بنسب أعلى من المسموح به وعلى مدار خمس سنوات من إيقاف إستخدام المبيد وتزيد نسب هذه المبيدات فى اللبن ومنتجاته خاصة فى فترة سوء التغذية حيث يستخدم الحيوان دهنه فى المحافظة على كمية اللبن الناتجة.

المبيدات فى لبن الأم:

إكتشف بعض المبيدات خاصة الكلورونية العضوية فى لبن الأمهات فى كثير من دول العالم ومنها مصر.

حيث وجد DDT فى لبن الأمهات بنسب تتراوح مابين ٠,٠١ - ٠,٧٧ جزء / مليون بمتوسط ٠,١٣ جزء / مليون بينما يصل تركيزه فى دهن لبن الأم إلى حوالى ٣,٢ جزء / مليون. وتنتقل هذه المبيدات إلى الرضيع فبفرض أن الرضيع يستهلك يومياً ٠,٦ لتر لبن ولبن الأم يحتوى ٠,١٣ جزء / مليون DDT أى ٠,١٣ مجم / لتر أى أن الرضيع يدخل جسمه ٠,١٣ × ٠,٦ = ٠,٧٨ مجم DDT يومياً وإذا علمنا أن الرضيع يبلغ وزنه عند الولادة حوالى ٣,٣٦ كجم، فهذا يعنى أن الرضيع عند ولادته يدخل جسمه ٠,٧٨ / ٣,٣٦ = ٠,٢٣ مجم DDT يومياً / كجم من وزنه.

الثانية: مخاطر وظيفية:

تتمثل فى الأضرار التى تلحق بالقائمين بصناعتها وعمال الزراعة المستخدمين لها ومن هذه الأضرار:

أ- وجد أن زوجات العاملين فى مصنع ينتج Dibromo chlorpropane أحد المبيدات الكلورونية العضوية لايقدرون على الإنجاب حيث وجد أن عدد الحيوانات المنوية منخفضة عند العاملين من الذكور، بينما لم يظهر أى تأثير ضار على العاملات الإناث، وهذا يعنى أن لهذه المبيدات تأثير معاكس للخصوبة.

ب- من دراسة بكلية طب القاهرة مع الوكالة الدولية للتنمية والبحوث بكندا IDRC فى مشروع بحثى لتقييم التأثيرات الصحية للمبيدات على الأشخاص المعرضين لها أثناء التصنيع والتوزيع والإستخدام (أجرى البحث على ستمائة عامل) وقد أظهر البحث إصابة نسبة كبيرة من المعرضين لها بالأعراض التالية:

١- إضطرابات الأعصاب الطرفية وتيبسها.

٢- تصلب الشرايين.

٣- حساسية الصدر والربو.

٤- تضخم الكبد وإضطراب وظائفه.

٥- أمراض جلدية وأعراض مرضية فى العيون.

٦- ظهورها فى مصل الدم والذى قد ينتقل من شخص لآخر.

٧- تغير فى السلوك والحالة النفسية.

٨- إنخفاض نشاط إنزيم أستيل كولين إستريز.

الثالثة: مخاطر ناشئة عن وجود آثار متبقية Residues فى الغذاء والعليقة

(الآثار السلبية على صحة الإنسان والحيوان)

رغم أن كمية المبيدات فى الهواء لاتسبب أضراراً خطيرة للإنسان عند الإستنشاق نظراً لضآلتها حيث لاتمثل أكثر من ٢ – ٥٪ من كمية المبيدات التى تؤخذ مع الغذاء، فإن متبقيات المبيدات فى الغذاء قد تحدث ضرراً حاداً للإنسان عند تناول الطعام الملوث بها بعد فترة قصيرة من المعاملة قد تصل إلى عدة ساعات أو يوم وقد يحدث الضرر على المدى الطويل وتختلف درجة الضرر طبقاً لطريقة التعرض للمبيد ونوعه ومدة التعرض له وشدة تركيزه.

ونشير فيما يلى لبعض الآثار السلبية لبعض هذه المبيدات:

١- الآثار السلبية للمبيدات الكلورونية العضوية، تحدث الإصابة بهذه المبيدات نتيجة إمتصاصها عن طريق الإستنشاق أو الجهاز الهضمى عن طريق الفم أو من خلال الجلد ولكن بدرجة ضعيفة. وعند المستويات السامة تظهر أعراض منها الإلتهابات – الزغللة – عدم التوازن – أورام – تشنجات وتظهر هذه الأعراض بعد ساعات من التعرض. وعند تناول الفئران الحوامل جرعات مرتفعة من المبيد أدى ذلك لحدوث تسوهات خلقية فى الأجنة مع إرتفاع معدل موت الأجنة، كما أدى تعاطيها بجرعات أقل من الحادة إلى حدوث سرطان الكبد فى الزمن الطويل.

٢- الآثار السلبية للمبيدات الفوسفورية العضوية: تعتبر هذه المبيدات أكثر سمية عن المبيدات الكلورونية العضوية وترجع سميتها أساساً إلى تثبيط إنزيم أستيل كولين إستريز فى مراكز الإتصال العصبى والذى يؤدى إلى شلل العضلات ويؤدى التسمم الحاد إلى ألم شديد ورعشة فى العضلات وتشنجات وفشل عضلات الحجاب

الحاجز الذى يؤدى إلى الوفاة نتيجة الفشل فى التنفس، كما أنه سام للقلب Cardiotoxic ويسبب تغيرات غير طبيعية فى رسم القلب الكهربى. كما تسبب تشوهات خلقية فى الأجنة. ويتوقف هذا كله على تركيز الجرعة التى يتعرض لها الإنسان. ويؤدى التسمم المعتدل (تحت الحاد) إلى إلتهابات جلدية – إكتئاب – تدهور الجهاز المناعى – أرق – تهيج الأغشية الداخلية للجهاز التنفسى إذ تعتبر جزيئات المبيد من المواد المسببة للحساسية الصدرية التى تؤدى إلى تورم الشعب الهوائية وزيادة إفرازاتها، كما يسبب إعاقة دخول وخروج الهواء وظهور أعراض الأزمات الربوية.

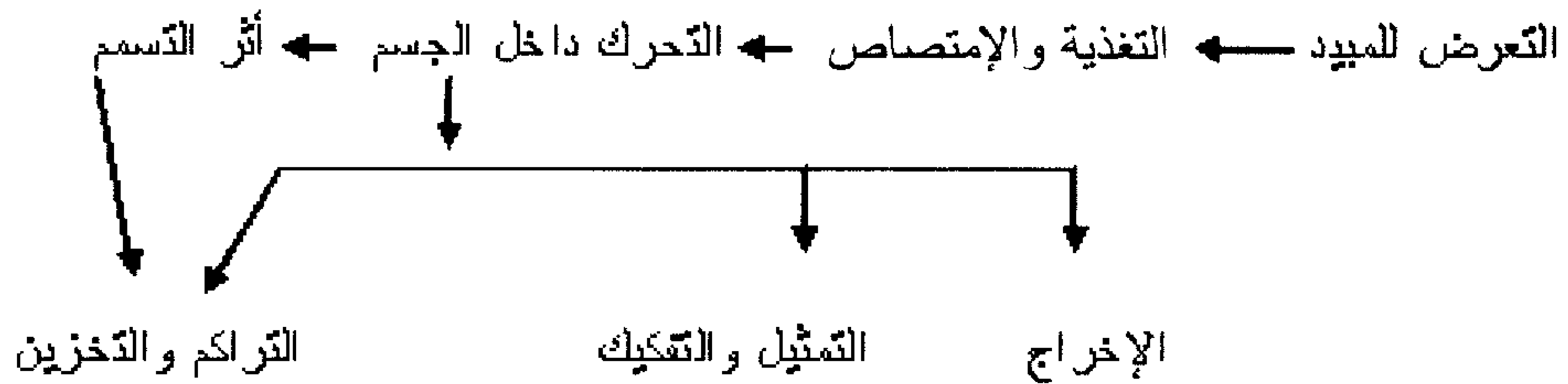
٣- الآثار السلبية لمبيدات الكارباميت Carbamates

يؤدى التسمم الحاد بهذه المبيدات إلى ضعف العضلات، إنقباضاتها، إنخفاض ضغط الدم، فشل الجهاز التنفسى وتشنجات، توقف القلب، تثبيط إنزيم أستيل كولين إستريز ويؤدى التسمم تحت الحاد إلى الصداع وآلام فى البطن وقئ وإسهال وعدم تركيز ورعشة وعدم وضوح الرؤيا وإفراز زائد فى اللعاب.

معظم مركباتها غير مسرطنة ولكن بعضها مثل الكارباريل يسبب تشوهات خلقية فى الأجنة عند جرعة ١٠ جم / كجم والجرعة المنخفضة ٤ مجم / كجم تسبب إرتفاعاً فى عدد وفيات الأجنة.

التأثير السام للمبيدات:

تشير الدراسات إلى أن هناك بضع ملايين من حالات التسمم تحدث فى العالم سنوياً يموت منها من ٤ – ٥ أفراد كل ساعة ويرجع التأثير السام للمبيد إلى تعطيل الإنزيمات المشاركة فى عمليات الأيض (التمثيل الغذائى) أو التوصيل العصبى أو إلى التفاعل مع البروتينات وإتلاف الخلايا والأنسجة. ويبين التخطيط التالى آلية حركة المبيد فى الجسم ومدى قدرته على تمثيله وتحليله والتخلص منه عن طريق الإخراج أو طرحه ليتراكم فى الأنسجة غير الحساسة مثل الدهون.

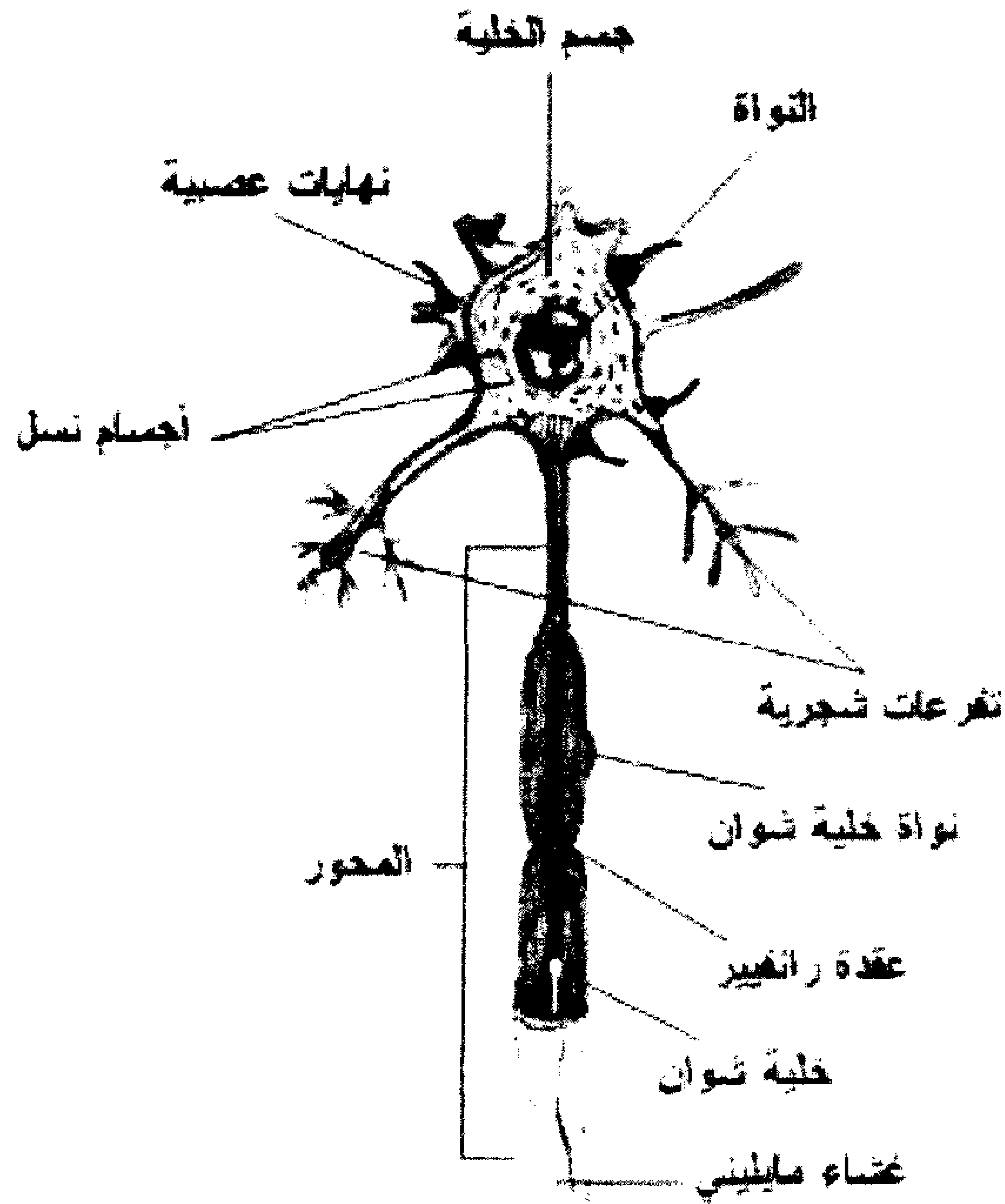


كيفية تأثير المبيد (السموم العصبية) على الجهاز العصبى:

أ- تركيب الجهاز العصبى:

يتركب الجهاز العصبى من العديد من الوحدات البنائية المتكررة هى الخلايا العصبية (شكل ٣) التى تتجمع فى المخ أو فى العقد العصبية، وتخرج من الخلايا العصبية زوائد محورية تعرف بالألياف العصبية تصلها بخلايا عصبية أخرى أو بأعضاء الإستجابة بالجسم مثل الألياف العضلية أو الغدد المفرزة.

ويغلف المحور العصبى بوحدات صغيرة تعرف (بخلايا شوان) تلتف حوله مكونة غلافاً طولياً من مادة دهنية بروتينية تعرف بغشاء ميلين عدا مناطق محدودة تعرف (بعقد رانفيية) وينتهى المحور بنهاية طرفية تحمل إنتفاخات دقيقة. بقرب الزوائد الشجيرية للخلايا العصبية الأخرى ويفصل بينهما مساحة صغيرة تعرف بالمشبك العصبى، وتحتوى نهايات المحور على حويصلات بها موصلات كهربائية أهمها مركب أستيل كولين.



شكل (٣) تركيب الخلية العصبية

ب- كيفية تأثير المبيد على الجهاز العصبى

إذا إستثيرت الخلية العصبية فإن سيلاً عصبياً يتجه سريعاً نحو المحور ليصل إلى نهايته الطرفية فتدخل أيونات الكالسيوم من الخارج إلى داخل الحويصلات فتتمدد تلك الحويصلات وتتجه نحو المشبك العصبى وتفرغ محتواها من مادة أستيل كولين وهو ما يعد رسالة كيميائية تستقبلها الخلية العصبية الأخرى بغشائها الحساس الذى يوصل الرسالة كنبضة كهربية حيث تمر من الزوائد الشجيرية عبر الخلية ومنها إلى محورها وتصل الرسالة فى النهاية إما إلى سطح خلية عضلية او غدية لتحدث الإستجابة المطلوبة، وبوصول الرسالة وحدوث الإستجابة يتوقف عمل السيال العصبى بفعل إنزيم يعرف باسم "استيل كولين إستريز" يوجد حول المشبك العصبى ويعمل على تحليل الأستيل كولين فتعود الخلية العصبية والمحور لحالتهما قبل الإستثارة فى إنتظار رسالة جديدة.

وتعمل السموم العصبية ومنها بعض المبيدات الكيميائية على تعطيل عمل ذلك الإنزيم (أستيل كولين إستريز) المحلل لمركب التوصيل (أستيل كولين) فتبقى الخلية العصبية فى حالة إستثارة مستمرة أى تتعطل وظيفتها فى إستقبال رسائل عصبية جديدة، فيحدث الشلل وتعجز أجهزة الجسم بالتالى عن أداء وظائفها الحيوية.

والسموم العصبية منها ما يعطل عمل أيونات وإنزيمات خاصة بنفاذية أغشية الخلايا العصبية ومحاورها فيختل مرور السيال العصبى ولايصل إلى الخلايا المختلفة، كما أن بعض المبيدات تعمل على إذابة الغلاف الدهنى للمحور العصبى، فتتداخل السيالات العصبية وتختل الإستجابة وينتهى الأمر بالموت. ويمكن بإختصار توضيح مظاهر التسمم بالمبيدات على مختلف أجهزة الجسم فى الجدول التالى (جدول ٥٩).

جدول (٥٩) مظاهر التسمم بالمبيدات

الجهاز المستهدف	العضو الذى يظهر عليه أعراض المرض	مظاهر التسمم
الجهاز التنفسي	الأنف – القصبة الهوائية – الرئتان	ضيق تنفس – كحة – إلتهاب
الجهاز الهضمي	المعدة – القولون	ألم شديد فى منطقة البطن
الجهاز البولى	الكليتان	آلام الظهر – التبول أكثر أو أقل من المعتاد – تلون البول
الجهاز العصبى	المخ – الحبل الشوكى	صداع – عدم توازن
الجهاز الدورى	الدم	فقر دم (إنهاك وضعف)
الجلد	الجلد – العينان	إلتهاب الجلد – حك وإحمرار الجلد – بثرات
الجهاز التناسلي	أعضاء التناسل	عقم – عيوب خلقية في الجنين

أثر المبيدات على الميكروبات باللبن:

لايوجد تأثير على النشاط الميكروبى فى اللبن الملوث بالمبيدات حتى تركيز ١٠٠ مجم / مل لبن وذلك فى وجود الكازين وقد يرجع ذلك لإرتباط المبيد بالكازين أما عند خلو البيئة من الكازين فإن المبيدات تثبط فعل الميكروبات.

الإحتياطات الواجب مراعاتها لتقليل الآثار الضارة للمبيدات على صحة الإنسان:

١- مراعاة التعليمات الخاصة بفترة الأمان من المعاملة وحتى التناول، حيث أنه عند معاملة المحاصيل الغذائية بمبيدات الآفات تتحل هذه المبيدات بوسائل كيماوية وحيوية بمعدلات مختلفة طبقاً لطبيعة المبيد والمادة الغذائية، وهناك كثير من المبيدات تختفى متبقياتها بسرعة خلال عدة ساعات أو أيام بعد المعاملة، ثم يبدأ معدل فقد المبيد ببطء بعد ذلك لذا يجب معرفة حدود أمان متبقيات المبيد على المحصول بحيث لايسمح بتسويقه إلا إذا كانت المتبقيات فى الحدود المسموح بها ولايصرح بتداول غذاء إذا مازاد المتبقى من المبيد عن النسب المسموح بها وتعرف أكبر كمية من المتبقى من المبيد المسموح به فى الغذاء بالحد المسموح Tolerance ويختلف هذا الحد بإختلاف نوع الغذاء ونوع المبيد ودرجة سميته.

٢- يفضل مقاومة حشرات محاصيل الخضر بالمبيدات التى تتحل بسرعة فى غضون أيام، ولايبقى منها أى أثر فى أنسجة النبات إلا ماقل، وبصفة عامة ينصح بعدم جمع المحصول المعامل بالمبيدات العضوية إلا بعد إسبوعين على الأقل من آخر معاملة بالمبيد.

٣- إتباع بعض العوامل التكنولوجية على الخضر والفاكهة قبل إستهلاكها مثل التقشير – الغسيل – الطهو – التجفيف.

٤- وفى اللبن: أجريت أبحاث للتخلص من المبيد بعد التلوث وذلك من البقرة الحلوب وكذا من اللبن.

أ- التخلص من المبيدات بعد التلوث من البقر الحلوب:

i – ميكانيكياً: إختيار مركبات لها القدرة على الإرتباط بالمبيد وإخراجه قبل إرتباطه بالجسم ومثال ذلك مخلوط من الفحم النشط وأكسيد المنجنيز وحمض التانك بنسبة ٣ : ١ : ١ ويعطى للحيوان حوالى واحد كجم يومياً تخلط مع الغذاء الملوث مباشرة بشرط عدم إستخدام المخلوط مدة طويلة وذلك لإمتصاص المواد السابقة لبعض الإنزيمات.

ii – كيماوياً: بإعطاء بعض المركبات مثل Phenobarbitol وهذا ينشط الكبد لإنتاج إنزيمات تحل بعض المبيدات مثل داى الدرين Dieldrin ليتحول إلى مركب قابل للذوبان فى الماء يخرج مع البول.

iii – فسيولوجياً: يكون الجسم مناعة بعد فترة بإنتاجه إنزيمات تحلل المبيدات حافظة تركيزها عند معدل معين.

ب- من اللبن:

i – كيماوياً: كإستخدام الأشعة فوق البنفسجية (تكسير بعض المبيدات) أو فوق أكسيد الأيدروجين (أكسدة بعض المبيدات).

ii – تكنولوجياً: مثل التجفيف أو التسخين أو إزالة الروائح تحت تفريغ.

الفصل الخامس عشر

الإشعاع والتلوث بالنويات المشعة (النظائر المشعة)

Irradiation and Contamination With Radionucleatides

تركيب الذرة والإشعاع:

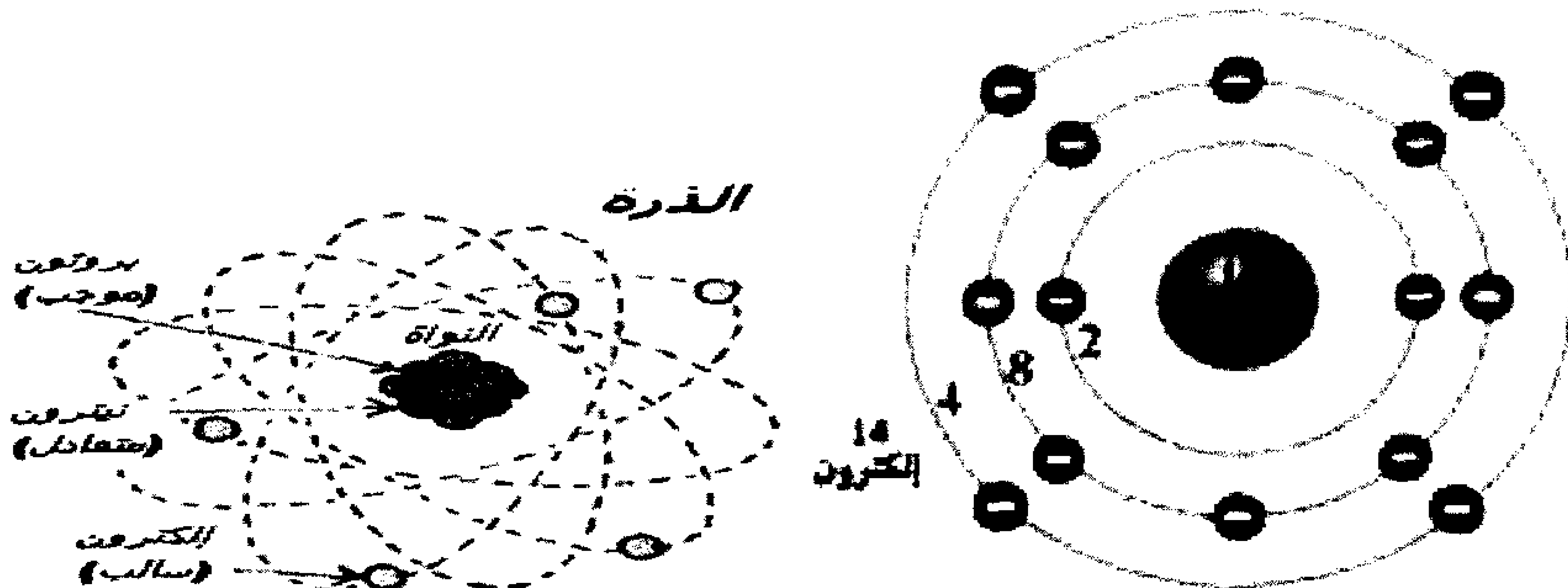
تتكون ذرة العنصر من نواة مركزية تحتوى على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة. ويدور حول الذرة إلكترونات سالبة الشحنة ويطلق على عدد البروتونات فى الذرة بالعدد الذرى، ويطلق على مجموع البروتونات + النيوترونات العدد الكلى فمثلاً ذرة الكربون تكتب

العدد الكلى وهو مجموع البروتونات + النيوترونات ←

$^{12}C_{6}$

العدد الذرى وهو عدد البروتونات ←

وهذا يعنى أن ذرة الكربون تحتوى ٦ نيوترونات.

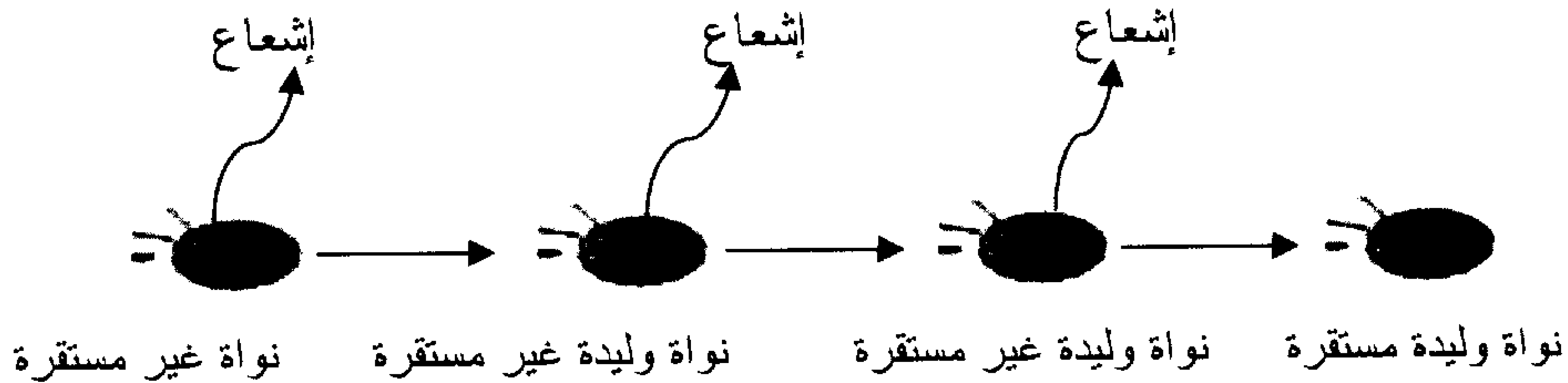


وفى بعض العناصر نجد أن أنوية ذراتها تتفق فى عدد البروتونات بينما تختلف فى عدد النيوترونات أى تتفق فى العدد الذرى بينما تختلف فى عدد النيوترونات ويطلق على هذه العناصر بالنظائر مثال ذلك:

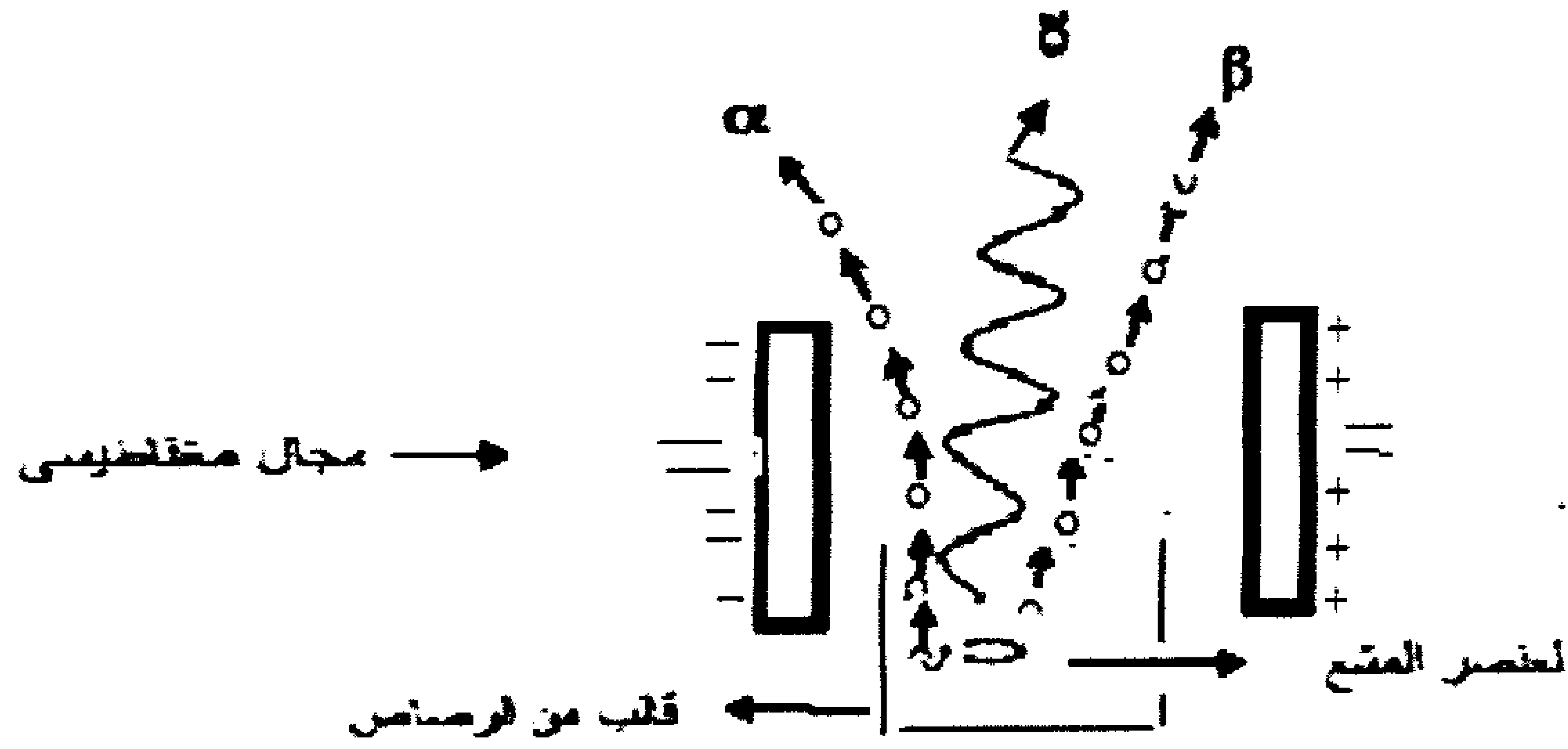
الكربون $^{12}C_6$ ونظيره $^{14}C_6$ ويوجد من هذه النظائر نوعان فى الطبيعة:

١- النظائر الثابتة أو المستقرة: وهى عناصر لايتغير تركيبها الذرى بمرور الزمن وعادة ما تكون ذات وزن ذرى صغير.

٢- النظائر المشعة أو غير المستقرة أو غير الثابتة: وهى عناصر تتفكك نواتها تلقائياً وهى عادة ماتكون ذات وزن ذرى كبير ٢٠٩ فما فوق وعددها الذرى ٨٢ فما فوق، ونتيجة تفكك نواة هذه العناصر ينبعث بها إشعاعات خاصة تسمى إشعاعات ألفا α، بيتا β، جاما ɣ وتنتج نواة جديدة تسمى نواة وليدة وهذه النواة الوليدة قد تكون مستقرة أو غير مستقرة والأخيرة سوف تتضاءل مرة ثانية حتى تتكون نواة وليدة مستقرة.



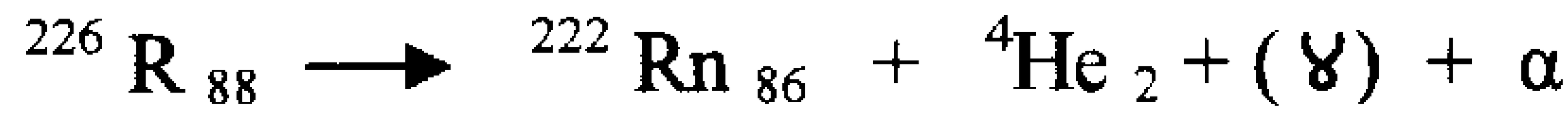
وتحول النواة المشعة (غير المستقرة) إلى نواة عنصر آخر مستقر يسمى بالنشاط الإشعاعى Radioactivity ويقل النشاط الإشعاعى بمرور الزمن ويتميز بما يعرف **بعمر النصف Half life** وهو الزمن اللازم لنقص النشاط الإشعاعى إلى النصف، وقد يتحول بعده إلى عنصر آخر مشع (غير مستقر) أو إلى عنصر غير مشع (مستقر). ويتراوح عمر النصف من جزء من الثانية إلى ملايين السنين والمواد المشعة قصيرة عمر النصف تتفكك بسرعة وتطلق أشعة شديدة الإختراق ولذا فهى أشد ضرراً للإنسان ومعظم المواد المشعة من هذا النوع. أما المواد المشعة طويلة عمر النصف فإنها تتفكك ببطء وتطلق اشعة قليلة ذات قوة إختراق ضعيفة وهى لاتضر الإنسان إلا إذا وصلت داخل الجسم. ويبين الشكل (٤) الأشعة المنبعثة من عنصر مشع وأهم خواصها.



شكل (٤) الأشعة المنبعثة من عنصر مشع وأهم خواصها

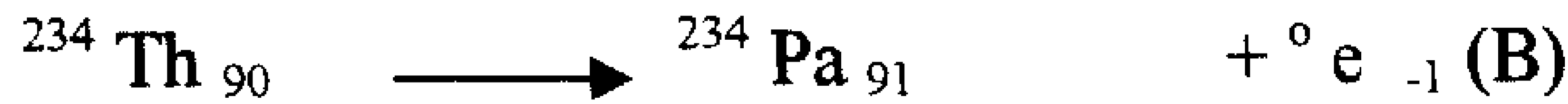
الأشعة المنبعثة من عنصر مشع:

أ- **أشعة جاما:** وهى أشعة موجبة ليست بجسيمات، لاتحمل شحنة وهى ترافق إشعاع ألفا α وبيتا β مثال ذلك: تحول الراديوم 266 إلى الرادون 222 وإنطلاق أشعة α وجاما ɣ وتتميز بأن لها طاقة عالية جداً وقوة نفاذية عالية جداً وقدرة تأينية ضعيفة. وهى أكثر إستخداماً فى مجال الصناعات الغذائية. وتخترق جسم الإنسان وتسبب تلفاً كبيراً لخلاياه.



$$^{226}R_{88} \longrightarrow {}^{222}Rn_{86} + {}^{4}He_{2} + (\gamma) + \alpha$$

ب- **أشعة β:** عبارة عن جسيمات (إلكترونات) تحمل شحنة سالبة حيث يتحول أحد نيترونات النواة إلى بروتون مع إنطلاق إلكترون مثال ذلك الثوريوم $^{234}Th_{90}$ فإنه يتحول إلى البرونكتينيوم $^{234}Pa_{91}$



$$^{234}Th_{90} \longrightarrow {}^{234}Pa_{91} + {}^{o}e_{-1}\ (B)$$

فيزيد عدد البروتونات بواحد ويبقى عدد الكتلة ثابتاً مع فقد إلكترون.

ويمكن لأشعة بيتا أن تخترق الطبقة الميتة الخارجية للجلد وتتوقف عندها مسببة تلفاً فى أنسجة الجلد، حيث يبدو الجلد وكأنه محروق. ولايمكن لجسيمات بيتا الساقطة على الجلد من الخارج أن تخترق الأعضاء الداخلية. ولكن تأثيرها على الأعضاء يمكن أن يكون فعالاً إذا أخذ باعث بيتا داخلياً.

نتيجة استنشاق أو ابتلاع وتتميز أشعة بيتا بأن لها طاقة وقوة نفاذية أقل من ﻻ وأعلا من α ولها قوة تأينية متوسطة.

ج- أشعة α:

عبارة عن جسيمات تحمل شحنة موجبة وهى تعادل أيون ذرة الهيليوم $^{4}He_{2}$ ومن أهم مصادرها نظير اليورانيوم ٢٣٨ الذى يعطى الثوريوم ٢٣٤ وشعاع بيتا



$$^{238}U_{92} \longrightarrow {}^{234}Th_{90} + {}^{4}He_{2} + (\alpha)$$

ولايمكن لأشعة (α) أن تخترق حتى طبقة معينة من الخلايا على سطح الجلد ولكن جرعة خارجية مكثفة من أشعة α يمكن أن تحدث حرقاً بالجلد. بالإضافة إلى أنه يمكن لجسيمات الفا أن تؤدى إلى تلف كبير إذا إنبعث داخل الجسم نتيجة إستنشاق أو إبتلاع باعث ألفا. وتتميز بأن لها طاقة وقوة نفاذية قليلة جداً ولها قوة تأين كبيرة.

ويجب أن نفرق بين المعاملة بالإشعاع وبين النويات المشعة

المعاملة بالإشعاع Irradiation	Radionuclides
يستخدم الإشعاعات α، β، ﻻ المنبعثة من النويات المشعة فى حفظ الغذاء وعلاج بعض الأمراض والأغراض الطبية بشرط عدم تعرض الجسم لجرعات عالية منها إذ تسبب تلفا وجروحا للجسم وعموما يجب مراعاة الإحتياطات الأمنية بمنتهى الدقة فى التعامل مع هذه الإشعاعات وكذا المواد (النويات المشعة) المستخدمة فى إنبعاثها.	إذا أخذت (إبتلعت) مع الغذاء أو الشراب أو عن طريق الإستنشاق أو الجروح فإنها تطلق إشعاعاتها α، β، ﻻ داخل الجسم مسببة أضراراً بالغة لخلاياه. ويحدث ذلك عند تلوث الغذاء أو الشراب أو الهواء الذى يدخل جسم الإنسان بهذه النويات. وقد تستخدم هذه النويات فى إنتاج الطاقة كما قد تستخدم فى علاج بعض الأمراض حيث توجه للعضو المصاب أو فى عمل بعض العقاقير وذلك بكميات مدروسة

التلوث بالإشعاع

مقدمة:

يعتبر التلوث بالإشعاع من أخطر أنواع التلوث، حيث أنه لايرى، ولايشم، ولايحس فهو يدخل الجسم دون سابق إنذار، ودون مايدل على تواجده أو ترك أثر في بادئ الأمر. ويصل الضرر ذروته فى حالة تمكن الإشعاع من المادة الوراثية للكائن الحى، إذ أنه فى هذه الحالة لايقتصر الضرر على الكائن الحى ذاته، بل يتعداه إلى نسله محدثاً تشوهات ومشاكل أخرى. وقد إستحوذ موضوع التلوث بالإشعاع إهتمام البشر لما له من آثار خطيرة على الكائنات الحية قد تستمر سنين طويلة. ويقصد بالتلوث بالإشعاع كل أنواع الإشعاعات التى يترتب عنها تلوث البيئة، ومنها الإشعاعات الذرية، الأشعة الكونية والأشعة السينية وغيرها من الإشعاعات.

مصادر الإشعاعات والنظائر المشعة

مصادر طبيعية: تنتج عنها إشعاعات دون تدخل الإنسان فى إنبعاثها وتشمل:

١- **الأرض:** ويصدر منها نوعان من الأشعة:

أ- **أشعة مؤينة:** وهى الأشعة الناتجة من العناصر والنظائر ذات النشاط الإشعاعى (وهى العناصر التى تزيد عددها الذرى عن ٨٢) حيث ينتشر فى القشرة الأرضية كثير من المواد المشعة ويزداد تركيز هذه المواد فى الصخور الغريانية عن البازيلتية والرسوبية، ويقل فى الصخور الجيرية والرملية ومن أهم العناصر المشعة التى تحتويها القشرة الأرضية اليورانيوم والثوريوم وتختلف كمية الإشعاع المنبعث منها بإختلاف نوعها ونسبة وجودها والأشعة الناتجة من هذه العناصر أو النظائر ذات النشاط الإشعاعى إما أن تكون:

i – مشحونة أى تحمل شحنة ومن امثلتها أشعة α، أشعة β

وأشعة ألفا (α): رغم قلة سرعتها النسبية وبالتالى ضعف إختراقها للمواد، إلا أن لها قدرة كبيرة على إحداث تأين فى ذرات المواد التى تمر فيها، لذا

فهى شديدة الضرر على الخلايا والأنسجة الحية التى تمر خلالها، وتعتبر من أخطر الإشعاعات التى يحدث عن التلوث بها أشد الأضرار للإنسان والكائنات الحية الأخرى.

أما أشعة بيتا (β): فنظراً لصغر كتلتها عن α فهى أكثر قدرة على إختراق الأجسام من أشعة α ولكن قدرتها على إحداث التأين أضعف من ألفا (α).

ii – جسيمات متعادلة (نيترونات) ولها القدرة على إحداث تأين للمادة والأنسجة بصورة غير مباشرة لذا فهى من الأشعة الخطرة إذا ما تعرضت لها الخلايا والأنسجة الحية.

ب- **أشعة غير مؤينة:** كما تقوم الأرض بإختزان جزء من طاقة الإشعاعات الشمسية التى تصل إليها وهى مجموعة من موجات الأشعة الحرارية الطويلة (تحت الحمراء الطويلة). وهى إشعاعات أرضية غير مؤينة يتم إمتصاصها بواسطة بخار الماء فى طبقات الجو السفلى. ولاينفذ منها إلى طبقات الجو العلوية إلا قدر ضئيل (٣٪) وهذا القدر ينعكس على السحب ليعود مرة أخرى إلى الأرض مما يجعل الأرض كما لو كانت صوبة زجاجية Green house.

٢- الأشعة الكونية:

وهى من الفضاء الخارجى مصدرها المجرات الموجودة فى الفضاء السحيق، وكذا من الزوابع والإنفجارات التى تحدث على سطح الشمس. ويمكن لبعض هذه الأشعة النفاذ داخل طبقات الهواء والوصول إلى مستوى الحياه على الأرض، ولما كانت هذه الأشعة تحتوى على بعض الجسيمات المشحونة لذا تتأثر كثافتها بالمجال المغناطيسى للأرض ومركزه والإرتفاع عن سطح البحر فتزداد كثافتها بزيادة الإرتفاع عن سطح البحر وزيادة البعد عن خط الإستواء. وتتكون الأشعة الكونية من عديد من الإشعاعات منها:

أ- إشعاعات مؤينة: وهى تحدث تأيناً فى ذرات الوسط الذى تمر به بمعنى أنها تكسب ذرات الوسط قدراً من الشحنات السالبة أو الموجبة ومنها الأشعة السينية X rays والأشعة فوق البنفسجية uv rays وأشعة جاما rays ٧ والأخيرة موجات أو أشعة كهرومغناطيسية لها قدرة كبيرة على إختراق

الأنسجة الحية إلا أن قدرتها على إحداث تأين أقل من قدرة أشـــعة ألفـــا (α)، أو بيتا β.

ب- أشعة غير مؤينة: وهذه الأشعة أطوالها ليس لها القدرة على إحداث تـــأين فى ذرات الوسط الذى تمر فيه ومن أمثلتها موجـــات الراديـــو الطويلـــة والمتوسطة والقصيرة، إشعاعات الضوء المرئى (بألوان الطيف المختلفة) والأشعة تحت الحمراء، الموجات القصيرة (microwave).

٣- الهواء القريب من سطح الأرض:

يحتوى الهواء القريب من سطح الأرض على مواد ذات نشاط إشـــعاعى، تتولـــد نتيجة تفاعل الأشعة الكونية مع أنوية ذرات الغازات المكونـــة للغـــلاف الجـــوى فيتولد فى الجو نظير الكربون C^{14}، نظير الهيدروجين H^{3} ونظير البريليـــوم Be^{7}. كما يحتوى الهواء القريب من سطح الأرض على الرادون والثورون وهما ناتجان من تحلل اليورانيوم والثوريوم.

٤- المياه:

إذ تحتوى نسبة من العناصر المشعة تختلف بإختلاف مصدرها فمثلاً تحتوى مياه البحار أعلى تركيز من البوتاسيوم ٤٠ والثوريوم ٢٢٢ وتحتوى الميـــاه الجوفيـــة أعلى نسبة من الراديوم. أما المياه المنزلية فهى خالية تقريباً من العناصر المشعة إذ أن طرق معالجتها وترسيب الشوائب منها يخلصها نسبياً من المـــواد الذائبـــة والعالقة بها.

مصادر صناعية من صنع الإنسان: ومنها

١- القنابل الذرية كما فى الحرب العالمية الثانية فى هيروشيما وناجـــازاكى باليابـــان ويعتبر الغبار الذرى المتساقط من القنابل الذرية من أهم مـــصادر تلـــوث البيئـــة بالمواد المشعة، ويؤدى تفجير القنابل الذرية فى الهواء القريب من ســـطح الأرض إلى إنصهار جزيئات من ترابها، ويندمج الغبار العالق فى الهـــواء مـــع المـــواد الإنشطارية ويكون ما يسمى بالغبار الذرى Fallout، وما يتساقط منه بالقرب مـــن منطقة التفجير يسمى بالغبار الذرى المحلى، أما الجزيئات الصغيرة فإنها تتصاعد فى الجو وتتخزن فى طبقات الجو العليا، وهى عادة عناصر ذات عمـــر نـــصفى

Half life طويل ولذا لاتسبب مشاكل خطيرة للإنسان لسنوات عديدة حيث تترسب على الأرض بعد ذلك وتسمى بالغبار الذرى المتأخر.

٢- السفن المحملة بالنفايات النووية.

٣- المفاعلات النووية (كوارث) ومن أمثلتها بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩٧٥ وتشرنوبل بالإتحاد السوفيتى سابقاً سنة ١٩٨٦.

٤- محطات توليد الطاقة وتحلية المياه.

٥- تشعيع بعض العناصر الثابتة للحصول على عناصر مشعة.

وتسهم المصادر الطبيعية بأكثر من ٩٨٪ من الإشعاعات التى يتعرض لها الإنسان بما فى ذلك التلوث الإشعاعى الذرى الذى يتعرض له الإنسان فى الإستخدامات الطبية مثل أشعة X، إذ تعادل الجرعة التى يتعرض لها السكان من هذه الأشعة ~ ٩٥٪ من الإشعاع الكلى، وهذا يدل على أن ما تسهم به القوى النووية والأسلحة النووية صغير جداً.

مجال إستخدام النظائر المشعة والإشعاع سلمياً

المجال الطبى: التصوير – علاج الأورام السرطانية – التشخيص – علاج إختلال وظائف الغدد وأمراض الدم.

المجال الصناعى: إنتاج الطاقة.

أ- فى المجال الطبى:

١- تشخيص بعض الأمراض وذلك إما:

i – بالتصوير بالأشعة السينية: يمكن إجراؤها على مختلف أجزاء الجسم (جمجمة – صدر – أطراف .... ألخ).

ii – بإستخدام النظائر المشعة: وذلك بحقنها أو إعطائها عن طريق الفم وإقتفاء أثرها فى أنسجة الجسم، وذلك بقياس درجة الإشعاع فى أماكن مختلفة من الجسم خاصة الأجزاء التى يراد تحديد حجمها ونشاطها. ويبين الجدول (٦٠) أهم النظائر المستخدمة فى التشخيص الطبى.

جدول (٦٠) أهم النظائر المستخدمة فى التشخيص الطبى

النظير المشع	إستخداماته فى التشخيص الطبى
اليود ١٣١	يستخدم فى أكثر من نصف الفحوص التشخيصية. فيستخدم فى: تحديد حجم الدم وضخ القلب وحجم البلازما وقياس وظائف الكبد والكلية والغدة الدرقية. كشف أورام المخ وسرطان الغدة الدرقية.
الفوسفور ٣٢	فى تحديد الأورام السرطانية بالجسم مثل كشف سرطان الجلد، وكذا فى جراحة المخ خاصة عندما يصبح من الصعب تمييز النسيج السرطانى عن العادى. إذ تتميز الخلايا السرطانية بإحتوائها على نسبة عالية من الفوسفور تفوق الخلايا العادية.
الكروم ٥١	فى قياس حجم الدم لتحديد مدى الحاجة لنقل الدم. قياس أعمار خلايا الدم الحمراء لكشف بعض حالات فقر الدم فى معرفة الوضع الدقيق للمشيمة فى المرأة الحامل.

٢- العلاج بالإشعاع: خاصة علاج الأورام (قتل الخلايا السرطانية) خاصة فى الحالات التى يصعب فيها إزالة النسيج السرطانى جراحة، وفيها يستخدم إشعاع عالى الشدة (عميق) يوجه بآلة خاصة إلى النسيج السرطانى. يؤدى هذا الإشعاع إلى قتل الخلايا السرطانية وترك النسيج العادى. إذ أن الخلايا السرطانية أكثر حساسية للإشعاع من الخلايا العادية. ويستخدم فى ذلك عادة الكوبلت المشع والراديوم. كما تستخدم الأشعة السطحية وفوق البنفسجية وتحت الحمراء فى علاج الأمراض الجلدية.

٣- العلاج بالعقاقير المشعة: وهى مواد كيميائية تحتوى نظائر مشعة لها خاصية التمركز فى مناطق خاصة بالجسم فمثلاً:

i – اليود ١٣١: يتمركز فى الغدة الدرقية لذا يستخدم فى تدمير خلاياها عند زيادة نشاطها لتعود لحالتها الطبيعية.

ii – الفوسفور ٣٢: يتمركز فى الكرات الدموية الحمراء لذا يستخدم فى بعض حالات السرطان التى يرتفع فيها عدد كرات الدم الحمراء بدرجة كبيرة.

٤- تعقيم الآلات الجراحية وبعض المواد الطبية مثل المضادات الحيوية إذ أن التعقيم الحرارى يقلل من كفاءتها.

ب- فى الزراعة: فى تقدير إحتياجات النباتات من العناصر الغذائية، إحداث طفرات (سلالات) مقاومة للأمراض.

ج- فى الصناعة: تحديد سمك وكثافة المواد. تحديد تلف الآلات والتوائها وتآكلها. صناعة الساعات وللوحات المضيئة والتليفزيون والميكروسكوب الإلكترونى.

د- فى الأغذية المحفوظة: كبديل للمعاملات الحرارية وذلك بمعاملتها بجرعات معتدلة من الإشعاع.

هـ- إنتاج الطاقة: الطاقة النووية لاغنى عنها لتقدم الأمم بشرط أخذ الإحتياطات للمحافظة على المحطات النووية وتلافى أخطار إستخدامها.

و- الأبحاث: إقتفاء المواد المشعة داخل الجسم، ومعرفة العمر التقريبى لأى أثر من الآثار المكتشفة.

النويات المشعة Radiom clides

يقصد بلفظ Radionuclides المواد التى لها خاصية الإنبعاث المستمر للإشعاع radioactivity إذ تحتوى هذه المواد على عديد من العناصر التى لها هذه الخاصية. ويبين جدول (٦١) العناصر المشعة الشائعة باللبن

جدول (٦١) العناصر المشعة الشائعة باللبن

العنصر المشع	فترة نصف العمر	أهم أنواع الإشعاع	التركيز باللبن بيكريل / لتر	المصدر الإشعاعى
روبديوم	٤٩ × ١٠^٩ سنة	β	٠,٥ - ٣,٥	طبيعى
بوتاسيوم	١,٣ × ١٠^٩ سنة	ɣ ، β	٤٠ - ٦٠	طبيعى
كربون ١٤	٥٧٣٠ سنة	β	١٤ - ١٦	طبيعى
سيزيوم ١٣٧	٣٠,٢ سنة	ɣ ، β	أقل من ١,٠	صناعى
إسترانشيوم ٩٠	٢٨,٦ سنة	β	أقل من ٠,٠٤	صناعى
بريليوم	١٢,٤ سنة	β	أقل من ٦,٣	طبيعى
سيزيوم ١٣٤	٧٥٤,٢ سنة	ɣ ، β	أقل من ١٠	صناعى
إسترانشيوم ٨٩	٥٠,٥ سنة	β	غير معروف	صناعى
أيودين ١٣١	٨,١ سنة	ɣ ، β	غير معروف	صناعى

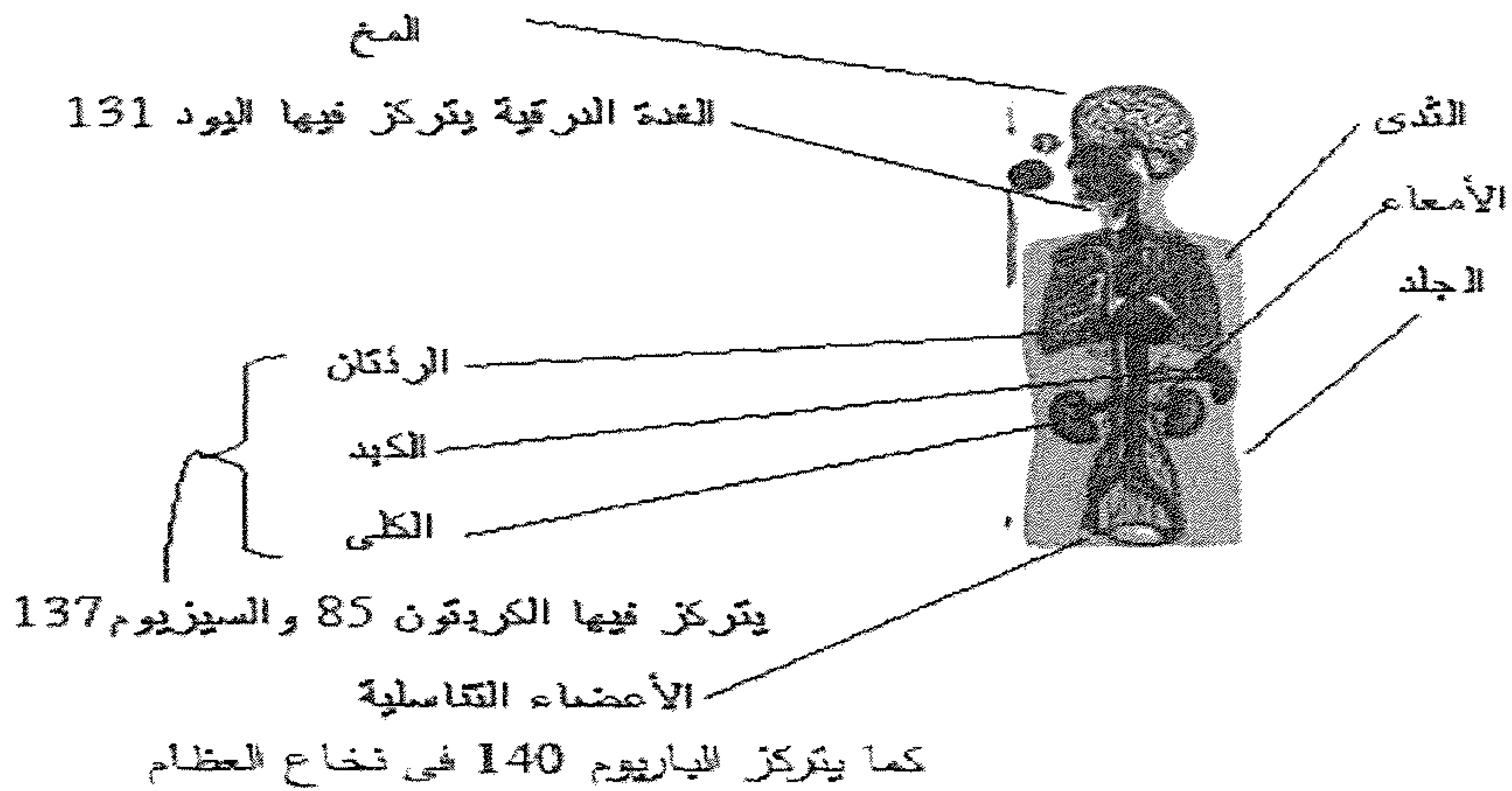
مستوى التلوث الإشعاعي داخل الجسم:

يتوقف ذلك على **نوع التلوث الإشعاعى للتربة**، فالتلوث بالعناصر قصيرة عمر النصف مثل اليود ١٣١ (٨ يوم) الباريوم (١٣ يوم) الإسترانشيوم ٨٩ (٥١ يوم) يكون لها تأثير على مستوى التلوث الإشعاعى داخل الجسم إذا تناول الإنسان الخضروات أو المحاصيل الغذائية بعد فترة قصيرة لحدوث التفجير أو التلوث الإشعاعى، ويقل أو ينعدم هذا التأثير بعد فترة طويلة. أما التلوث بالعناصر طويلة عمر النصف كالإسترانشيوم ٩٠ (٢٨ سنة) السيزيوم ١٣٧ (٣٠ سنة) فلها تأثير دائم لفترة طويلة.

كما يتوقف مستوى التلوث الإشعاعى بالجسم على طريقة التمثيل الغذائى للعنصر المشع:

فمثلاً اليود ١٣١ يشبه فى تمثيله اليود الثابت ويتجمع بسرعة فى الغدة الدرقية مسبباً أضراراً مختلفة، بينما نظائر السيزيوم تسلك مسلك البوتاسيوم بالجسم ويتوزع بدرجة كبيرة فى الأنسجة الرخوة، ويعمل الإسترانشيوم المشع عمل الكالسيوم وبذا يتجمع فى نسيج العظام.

ويوضح الجدول (٦٢) بعض العناصر المشعة الطبيعية فى بعض أجزاء جسم الإنسان كما يوضح الشكل (٥) أعضاء الجسم الأكثر عرضة للأصابة بفعل الإشعاعات النووية.



شكل (5) أعضاء الجسم الأكثر عرضة للأصابة بفعل الإشعاعات النووية .

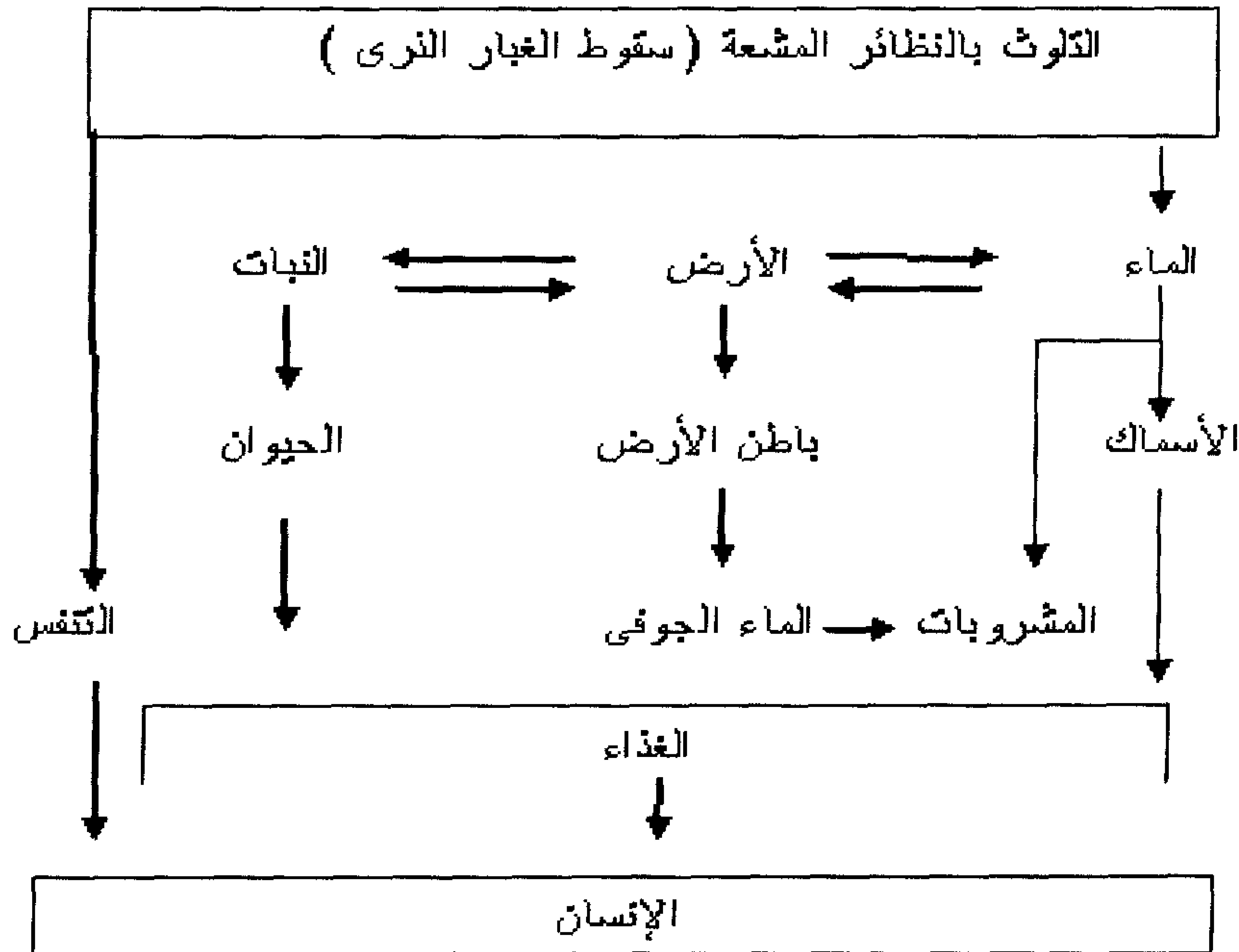
جدول (٦٢) العناصر المشعة الطبيعية فى بعض أجزاء جسم الإنسان

العنصر	معدل الإشعاع (مللى ريم)		
	الغدد التناسلية	العظام	الرئة
كربون ١٤	٠,٥	٢	٠,٦
بوتاسيوم ٤٠	١٢	١٥	٠,١٧
راديوم ٢٢٦	٠,٦	١٤	٠,٦

التأثير البيولوجى للعناصر المشعة:

يصل التلوث بهذه العناصر إلى جسم الإنسان بطريق مباشر بإستنشاق الهواء الملوث بالعناصر المشعة وعن طريق الجروح وتشققات الجلد. كما يصل إلى الجسم بطريق غير مباشر بتناول غذاء وشراباً ملوثاً بالعناصر المشعة حيث تنتقل المواد المشعة الموجودة بالغذاء إلى خلايا الجسم من خلال الدورة الدموية.

ويوضح الشكل (6) دورة التلوث بالعناصر المشعة .



شكل (6) دورة التلوث بالعناصر المشعة .

وعند تعرض خلايا النسيج الحى لأشعة ذات طبيعة مؤينة مثل α، β، ɣ أو الأشعة الكونية، فإن هذه الأشعة تعمل على إنتاج دقائق غير مستقرة ذات شحنة غير مستقرة عالية الفاعلية وتعمل هذه الدقائق على أضرار بالخلية تتمثل فى مجموعة من التغيرات فى خلايا النسيج. وتحدث هذه الأضرار إما:

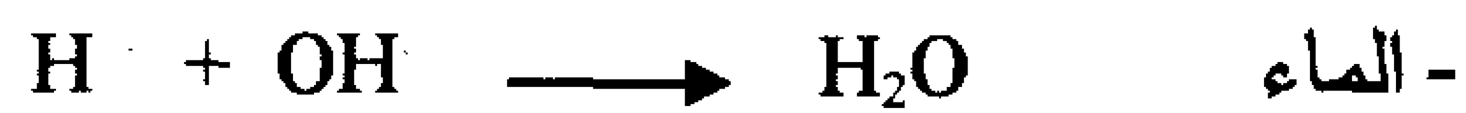
أ- بطريقة مباشرة: حيث تؤثر هذه الدقائق (طاقة الإشعاع المؤين) على الجزيئات العضوية بالخلية كأن تضر بــ:

١- الأجسام السبحية التى يتم داخلها كثير من التفاعلات المتعلقة بأكسدة المواد الغذائية وإنتاج الطاقة مما يؤدى إلى إختلال عمليات الأكسدة وعدم توافر الطاقة اللازمة للخلية فتموت.

٢- نواة الخلية حيث توجد الكروموسومات التى تحمل الجينات (العوامل الوراثية) مما يؤدى إلى:

- تحطم DNA ويتبع ذلك عدم قدرة الخلية على الإنقسام وبالتالى موتها وموت النسيج المتعرض للأشعاع.
- إنقسام الخلية إنقساماً غير عادى، وتكوين خلايا ذات مادة وراثية DNA مختلفة (خلايا طافرة)، وهذه الخلايا الطافرة قد تكون غير خاضعة لسيطرة الجسم وتنقسم بطريقة غير منتظمة فتحطم الخلايا المحيطة بها، وتسمى الخلايا التى تسلك هذا المسلك بالخلايا السرطانية أو الخبيثة.
- حدوث خلل فى الشفرات الوراثية التى يحملها DNA مما يؤدى لحدوث تغير فى الصفات الوراثية تؤدى لظهور تشوهات وأمراض فى نسل الفرد المعرض للإشعاع.

ب- بطريقة غير مباشرة: حيث تؤثرطاقة الإشعاع المؤين على جزيئات الماء بالخلايا فتكون أيونات موجبة H^+ وسالبة OH^-. كما تكون شقوقاً حرة $H^{\cdot}$, $OH^{\cdot}$ ويمكن أن تتحد هذه الشقوق الحرة لتكوين:

- الماء

$H + OH \longrightarrow H_2O$

- أو الهيدروجين

$H + H_2O \longrightarrow H2 + OH$

ويمكن للخلايا الحية أن تتحمل H2 عندما تكون كميته قليلة.

- أو يتكون فوق أكسيد الأيدروجين الذى يعتبر ساماً للخلية.



$$OH^{\cdot} + OH^{\cdot} \longrightarrow H_2O_2$$

ويتوقف مدى التأثير البيولوجي للعناصر المشعة على:

أ- **نوعية العنصر المشع:**

ومن أهم العناصر الملوثة للغذاء والتى لها تأثير بيولوجى والتى يمكن أن تخزن فى مناطق معينة بالجسم وتسبب أضراراً بالغة مايلى:

- **الكربتون ٨٥**: عمره النصفى ١١ سنة، ويزيد من إحتمال الإصابة بالسرطان مثل اللوكيميا (إبيضاض الدم) خلال سنتين من التعرض.

- **الإسترانشيوم ٩٠**: يرتبط بالكالسيوم ويتجمع فى العظام ويسبب سرطان العظام. ويعتبر من أخطر العناصر المشعة حيث يتبع فى مساره مسار الكالسيوم سواء كان ذلك فى التربة أو فى النبات أو الإنسان، وبجانب ترسيب معظمه فى العظام فإن كمية قليلة منه تتجه إلى العضلات وأكثر من ١٠٪ يفرز فى اللبن والباقى يتجه إلى الأجنة والعظام أى أن الماشية مرشح حيوى بين الإنسان والتربة. وقد لوحظ فى اللبن وجود علاقة مابين كمية الإسترانشيوم ونسبة الكالسيوم، بمعنى أنه كلما زادت كمية الكالسيوم فى اللبن تقل نسبة الإسترانشيوم كنسبة مئوية. ويوجد معظم الإسترانشيوم فى صورة مرتبطة مع معقد فوسفات كازينات الكالسيوم، ويؤثر على الأطفال بدرجة أكبر من المسنين من حيث ترسيبه فى العظام ويبقى فى جسم الإنسان ١/٤ إسترانشيوم الغذاء ويتوقف ذلك على مدى تمثيل الكالسيوم بالغذاء فزيادة الكالسيوم تقلل من إمتصاص الأسترانشيوم أما زيادة اللاكتوز فهو يحث على إمتصاص الإسترانشيوم.

- **اليود ١٣١**: يتركز فى الغدة الدرقية، ويسبب السرطان (فى التركيز العالى) ومعظم الإشعاعات الصادرة من اليود تختفى من الجسم بعد شهرين من التعرض. ويعتبر اللبن هو الطريق الهام للتلوث باليود. وفترة عمر النصف له ٨ أيام، ويعتبر الأكثر أهمية فى الأيام الأولى عقب الحوادث النووية، وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على اليود المشع ١٣١ أنه يظهر فى اللبن

بعد ٢ – ٣ أيام، ويسبب اليود المشع نقص إدرار اللبن إلى أن يصل إلى النصف فى أقل من يوم ويستمر فى ذلك لمدة الثلاث أيام الأولى، وبعد ذلك يقل بمعدل منخفض، ويمكن إستهلاك اللبن بإطمئنان بعد ٢٠ – ٣٠ يوماً. وتفيد بعض الدراسات أن كلوريد الصوديوم يقلل من معدل إفراز اليود ١٣١ فى اللبن، ويساعد على زيادة معدل خروج اليود مع البول وبالتالى يقل تركيزه فى جسم الحيوان. وهو يدخل فى العشب الأخضر الذى تتغذى عليه الحيوانات الحلوب، فبعد حادث تشيرنوبل (إبريل ١٩٨٦ بروسيا) وجد أن لبن الأبقار تحتوى ٥٠ بيكريل / لتر، وإرتفع فى بعض الحالات التى تكثر فيها الأمطار إلى ٥٠٠ بيكريل / لتر، كما إرتفعت نسبة التلوث فى لبن الأغنام والماعز إلى ١٠٠٠ بيكريل / لتر حيث أن هذه الحيوانات كانت تتغذى على حشائش أكثر تلوثاً من المناطق التى كانت ترعى فيها الأبقار، وقد يعزى ذلك ايضاً إلى إختلاف التمثيل فى هذه الحيوانات، فقد لوحظ أن لبن الغنم يحتوى أعلى مستوى من التلوث من اليود ١٣١ يليه الماعز فالبقر فلبن الجاموس، فيحتوى لبن الماعز ٢١٪ من لبن الغنم، ويحتوى لبن البقر ١١٪ من لبن الغنم، ويحتوى لبن الجاموس ٣٪ من لبن الغنم. ويلاحظ نفس الإتجاه بالنسبة للسيزيوم المشع وإن كان أقل وضوحاً، وبالمثل فى الإسترانشيوم ٩٠ فمثلاً ٠,١٪ من الكمية المعطاه للبقر يومياً تفرز فى كل لتر لبن، أما الذى ينتقل إلى لبن الماعز قد يكون عشرة أضعاف ما ينتقل إلى لبن البقر. وتفيد التجارب In vitro إرتباط ٥٠٪ من اليود ١٣١ مع بروتين اللبن (بالتحضين مع اللبن الطازج لمدة ساعتين على درجة ٣٧ م° وبزيادة مدة التحضين ١٢ – ٢٤ ساعة فإن ٨٠ – ٩٠٪ من اليود يرتبط مع البروتين) ويقل هذا الإرتباط فى تجارب In vivo ويؤثر على هذا الإرتباط عدة عوامل منها الحرارة المنخفضة (٨ م°) وغلى اللبن قبل التحضين.

- **البوتاسيوم ٤٠**: ينتشر النشاط الإشعاعى الطبيعى لنظير البوتاسيوم فى جميع المواد الغذائية، وتتراوح مستوياته من ١٠ – مئات البيكريل / كجم فى اللحوم والألبان المجففة والمكسرات وفترة نصف العمر ١،٢٨ × ١٠^٩ سنة.

- **الباريوم ١٤٠**: عمره النصفى ١٣ يوم ويتركز فى العظام ويحدث أوراماً.
- **السيزيوم ١٣٧**: يسلك مسلك البوتاسيوم، ويوجد موزعاً بين الأنسجة الطرية خاصة العضلات والكبد والطحال ويفرز بسرعة باللبن، وقد وجد ان ٦٠٪ من السيزيوم ١٣٧ يصل إلى الإنسان عن طريق اللبن ويعتبر النشاط الأشعاع الناتج عن السيزيوم ١٣٧ أخطر من اليود ١٣١ لأن فترة نصف العمر له كبيرة (٣٠ سنه) كما أنه يعلق بسطح التربة، وقد ثبت وجوده فى جسم الإنسان وفى عديد من المواد الغذائيه منذ بداية إختبارات الأسلحه النووية، وقد ثبت وجوده فى الألبان ومنتجاتها لفترة طويلة بعد حادث حريق وندسكيل ببريطانيا (أكتوبر ١٩٥٧ Windscale) حيث تسربت كمية كبيرة من المواد المشعة من هذا المفاعل أدت إلى تلوث الماء والهواء والتربة والنباتات والألبان فى مساحات كبيرة. ويعتبر عنصرى الإسترانشيوم ٩٠ والسيزيوم ١٣٧ من العناصر التى تستخدم على نطاق واسع فى مجال أبحاث الطاقة النووية. ويبين الجدول التالى المستوى المؤقت الدولى لعنصرى اليود ١٣١ والسيزيوم ١٣٧ المشعين فى الأغذية حسب التوصيات الصادرة ١٩٨٩ من هيئة الخبراء الدوليين المختصين فى الملوثات الأشعاعية فى منظمة الأغذية والزراعة FAO ومنظمة الصحة العالمية WHO التابعتين لمنظومة الأمم المتحدة والمسموح بها فى تغذية الإنسان. وهذه التوصيات تراجع دورياً.

جدول (٦٣) المستوى المؤقت الدولى لعنصرى اليود ١٣١ والسيزيوم ١٣٧ حسب توصيات ١٩٨٩

العنصر المشع	الغذاء	المستوى المسموح به بيكريل / كجم أو لتر
اليود ١٣١	لبن	١٠
	منتجات ألبان	٤٠
	أغذية أخرى	٧٠
السيزيوم ١٣٧	لبن	٥٠
	منتجات ألبان	١٠٠
	أغذية أخرى	٣٠٠

العوامل المؤثرة على التأثير البيولوجي للعناصر المشعة :

يتوقف معدل التأثير على عدة عوامل كمصدر الإشعاع ونوع الإشعاع والجزء المعرض للإشعاع وكمية ومعدل الجرعة الإشعاعية.

أ- نوع الإشعاع: تختلف أنواع الإشعاعات فى شحنتها وسرعتها وقوة إختراقها وقدرتها على التأين كما فى الجدول (٦٤) خواص الإشعاعات

جدول (٦٤) خواص الإشعاعات

الخاصية	الإشعاعات الجسمية		الإشعاعات الموجبة	
	ألفا α	بيتا β	جاما	الأشعة السينية X
الشحنة	موجبة	سالبة	متعادلة	وهى طاقة إشعاعية تنبعث عند إنتقال الإلكترون من مستوى طاقة أعلى (خارجى) إلى مستوى طاقة أقل حيث يفقد الإلكترون جزء من طاقته وتعرف بأشعة X
السرعة	بسيطة ٢٠٠ م / ث	كبيرة ١٦٠ × ١٠ ميل / ث	أكبر ١٨٦ × ١٠ ميل / ث	
التأين	كبيرة	صغيرة (متوسطة)	أصغر (ضعيفة)	
النفاذية	صغيرة توقفها قطعة من الورق	كبيرة يوقفها لوح من الخشب	أكبر توقفها طبقة من الأسمنت المسلح	تحتاج ألواح سميكة من الرصاص للتخفيف من تأثيرها

ب- العضو المعرض للإشعاع: تقسم أعضاء الجسم إلى ثلاثة اقسام تبعاً لحساسيتها للإشعاع

١- شديدة الحساسية: نخاع العظام – عدسة العين – الأعضاء التناسلية – الغدد الصماء – الطبقة الداخلية من جدر الأوعية الدموية.

٢- متوسطة الحساسية: الجلد – الأمعاء – الأنسجة الضامة.

٣- قليلة الحساسية: العضلات – العظام – الأعصاب.

ويلاحظ أنه كلما كانت المساحة المتعرضة كبيرة كان الضرر كبيراً والعكس.

ج- **كمية ومعدل الجرعة:** يزيد الضرر بزيادة الجرعة التى يتعرض لها الجسم وقد تؤدى التعرض لجرعة كبيرة دفعة واحدة إلى الوفاة. ويلاحظ أنه إذا قسمت الجرعة الضارة على فترة زمنية طويلة قل ضررها على الجسم والسبب فى ذلك أن طول المدة بين التعرض والتعرض التالى يعطى أنسجة الجسم القدرة على أن تستعيد حيويتها وتعويض التالف طالما أن الجرعة التى أمتصت لم تتلفها تماماً. ويتناسب الضرر عكسياً مع المسافة بين الجسم ومصدر الإشعاع وعموماً فالجرعات القليلة كتناول أغذية ملوثة (ألبان – لحوم) لايؤدى إلى الضرر السريع (لها تأثيرات آجلة) ولكن على المدى الطويل ينتج عنها: أمراض سرطانية – تشوهات جنينية – إسراع الشيخوخة – اللوكيميا – تأثيرات سيكولوجية ووراثية. أما التعرض للأشعة بجرعات مكثفة فإن هذا يؤدى لأضرار بالغة فى فترة قصيرة، ويرجع ذلك لقدرتها على إختراق المواد التى لا يمكن للضوء العادى إختراقها. وتسبب هذه الجرعات طفرات وراثية فى الخلايا وتلف لخلايا الدم وأنسجة العظام والموت خلال أسابيع قليلة (تأثيرات عاجلة early) كما فى حالة قنبلتى هيروشيما ونجازاكى ويحدث عادة ما يعرف بالتسمم الإشعاعى للأشخاص فى مكان الكارثة، ويكون هذا التسمم فى صورة تسلخات جلدية – قئ وغثيان – نزيف داخلى من الفتحات الطبيعية بالجسم مما يؤدى إلى موت بعد فترة قصيرة. ويوضح الجدول (٦٥) بعض التأثيرات الناتجة عن التعرض الحاد للإشعاع.

جدول (٦٥) التأثيرات الناتجة عن التعرض الحاد للإشعاع

الجرعة (ريم)	التأثير
٢٥	تغيرات في عدد كرات الدم البيضاء
١٠٠	غثيان فى ٥٠٪ من حالات التعرض الإشعاعى، وتأثير واضح على الدم وتعب وإنهاك جسمانى ملحوظ
٢٠٠	غثيان فى كل حالات التعرض الإشعاعى مصحوباً بتعب شديد والموت محتمل الحدوث، كما تنخفض مقاومة الجسم للأمراض وإزدياد الإستعداد للإصابة بالأمراض المعدية
٤٠٠	الموت فى حوالى ٥٠٪ من حالات التعرض للإشعاع
٦٠٠	الموت لنسبة كبيرة تصل إلى ١٠٠٪ لجميع حالات التعرض لهذه الجرعة من الإشعاع

وقد يكون للتعرض للإشعاع مخاطر خارجية، أى سطحية حيث يكون تأثيره على الأنسجة السطحية مسبباً تغيرات وأضرار للخلية الحية خاصة إذا إتصلت هذه الإشعاعات بالجلد محدثة الحروق. ومن أمثلة الإشعاعات التى تسبب المخاطر الخارجية: الزوكرنيوم ٩٥ (عمر النصف ٩ أسابيع) والنيوبيوم (عمر النصف ٥ أسابيع) والسيزيوم ١٣١ (عمر النصف ٣٠ سنة) وجميعها تنبعث منها أشعة جاما. أما أخطر العناصر التى تسبب الأضرار الداخلية للإنسان فهى السيزيوم ٩٠ (عمر النصف ٢٨ سنة) والكربون ١٤ (عمر النصف ٥٧٦٠) واليود ١٣١ (عمر النصف ٨ أيام).

الإحتياطات الواجب مراعاتها لتقليل الأضرار الناتجة عن العناصر المشعة (الإشعاعات النووية)

١- فحص الأغذية دورياً خاصة إذا كانت مستوردة من دول يحتمل أن تكون بها تلوث بالإشعاعات الذرية، أو أن تصاحب هذه المنتجات بالشهادات الصحية الدالة على خلوها من تلك الإشعاعات.

٢- التعامل بحرص شديد جداً مع النظائر المشعة مع الأخذ فى الإعتبار قواعد الأمان النووى خاصة للعناصر ذات فترة عمر النصف الطويلة. مع وضع مواصفات محددة لنسب الإشعاع الممكن تواجدها فى الغذاء.

٣- منع السفن المحملة بالنفايات النووية من المرور فى مياه الدول الإقليمية.

٤- منع دفن النفايات فى البحار أو فى أراضى الدول الأخرى.

٥- توفير الدراسات والأجهزة اللازمة للوقوف على مدى تلوث الأغذية بهذه الإشعاعات وعمل محطات فى مختلف أنحاء الجمهورية لرصد كمية الإشعاع فى البيئة (تربة - ماء - نبات - حيوان).

٦- إضافة الجير فى التسميد إذ يؤدى إرتفاع نسبة الكالسيوم فى التربة إلى قلة إمتصاص جذور النبات للمواد المشعة لوجود تنافس بينه وبين النظائر المشعة، مع زراعة نباتات عميقة الجذور، وحرث الأرض بعمق ٣٠ سم على الأقل.

٧- إضافة عناصر غير مشعة مثل الكالسيوم للخبز ليتنافس مع الإسترانشيوم المشع فى حالة إستهلاك خبز مصنع من دقيق ملوث بالإسترانشيوم المشع. ويجب تخزين الحبوب الملوثة باليود ١٣١ لمدة ٦٠ يوم قبل أن يتغذى عليها الحيوان.

٨- حماية الحيوانات من الرعى فى مراعى ملوثة بالمواد المشعة، وكذا حفظ الحيوانات داخل حظائر مغلقة جيدة وإعطائها كمية من كربونات الكالسيوم مع العليقة. مع الرقابة على المفاعلات الذرية الجارى إنشاؤها فى مصر. وإحكام وسائل الأمان بها.

٩- ونظراً لأن معظم العناصر المشعة تتركز أساساً فى الوسط المائى، لذا لتقليل التلوث الإشعاعى فى المنتجات اللبنية خاصة فى أوقات شدة التلوث فإنه يفضل الفصل الطبيعى Physical separation حيث تفصل الأجزاء الغنية بالدهن مثل الزبد – القشدة – الجبن الغنية بالدهن. فهذه المنتجات تحتوى مستوى أقل من العناصر المشعة.

١٠-وقد عملت عدة محاولات لإزالة الإسترانشيوم ٩٠ واليود ١٣١ من اللبن الملوث بهما بإعتبار أن اللبن من الأغذية التى تحمل الإسترانشيوم بتركيز عالٍ عن بقية الأغذية ومن هذه المحاولات:

أ- إستخدام فوسفات ثلاثى الكالسيوم للتخلص من الإسترانشيوم Sr 85 , Sr 90 وتتلخص فى:

يضاف ٨ جم من $Ca_3\ (Po_4)_2$ / لتر أثناء تسخين اللبن إلى ٦٠ م°/ ٢/١ ساعة ثم الطرد المركزى للتخلص من أكبر كمية من الإسترانشيوم (٩٥٪) من المواد المترسبة ويتوقف ذلك على درجة الحرارة فعند درجة حرارة منخفضة ٥ م° / ٢٤ ساعة تؤدى للتخلص من ٦٠٪ فقط.

ومن عيوب هذه الطريقة: أنها تسبب فقد فى مكونات اللبن ٢٣ – ٣٨٪ نيتروجين، ٤٥٪ كالسيوم كما تسب تغير فى الطعم والرائحة. وهذه الطريقة تؤدى للتخلص من الإسترانشيوم فقط.

ب- إستخدام المبادلات الأيونية (الراتنجات): وهى من الطرق التى قد تكون أكثر نجاحاً وقبولاً وفيها تستخدم مبادلات كاتيونية لإزالة الإسترانشيوم أو أنيونية لإزالة اليود.

i – إستخدام المبادلات الكاتيونية لإزالة الإسترانشيوم (٩٠):

فيها يشحن المبادل (العمود) بمحلول من كلوريد الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والماغنسيوم، ويمرر اللبن على العمود بعد خفض الـ pH ٥,٤ على درجة ١٠ – ١٨ م° وتعادل حموضة اللبن الناتج بإستخدام KoH

ويجنس ويبستر تحت تفريغ لإزالة الماء الزائد ثم ينظف العمود ويعقم. وتتوقف كمية الإسترانشيوم المزالة بهذه الطريقة على درجة الـ pH ففى pH العادية يزال ٤٠٪ من الإسترانشيوم ٩٠، وفى pH ٥,٤ يزال ٩٠٪.

ii – إستخدام المبادلات الأنيونية لإزالة اليود (١٣١):

وفيها يشحن العمود بمحلول منظم من الفوسفات والسترات ثم ضبط الـ pH ٦،٧ بإستخدام Hcl وتتبع بقية الخطوات السابقة.

وقد تسبب المعاملات السابقة تغيرات كيماوية فى اللبن مثل زيادة المواد الصلبة والرماد وأيونات السترات وإنخفاض التوتر السطحى للخثرة وقد يرجع ذلك لزيادة السترات كما تسبب زيادة فى الحموضة والوزن النوعى ونقص فى نقطة التجمد. أما من الناحية الميكروبية فلا توجد زيادة ملحوظة فى الأعداد الميكروبية إذا ما أجريت تحت ظروف تعقيم جيدة فيما عدا زيادة محسوسة فى البكتريا المحبة للبرودة.

أنواع الأشعة التى يتعرض لها الإنسان خلال حياته:

أ- إشعاع إصطناعى: ومصدره المهن الطبية التشخيصية والعلاجية كالتصوير الإشعاعى (١٥٠ ميللى رايم / سنوياً). والطاقة النووية ٥٤٦ ميللى رم / سنوياً.

ب- إشعاع طبيعى: تحدد جرعة الإشعاع الطبيعى التى يتعرض لها الإنسان مابين ١٣٠ – ٥٠٠ ميللى رم millirem (ميللى رم هو جزء من ألف من rem التى تعتبر وحدة لقياس جرعة الإشعاع) ومن المصادر الطبيعية للإشعاع الطبيعى:

١- الإشعاع الكونى: متوسط الإشعاع الكونى الذى يتعرض له البشر ٣٠ – ٥٠ ميللى رم وتزيد بإرتفاعنا عن سطح الأرض.

٢- الإشعاع الأرضى: مصدره مكونات التربة. كجم من التربة يشع ٣٥ – ٧٠ ميللى رم ويتوقف ذلك على الطبيعة البيولوجية للمنطقة.

٣- الإشعاع فى الطعام: تتضمن الأطعمة والأشربة نسبة من الإشعاع الطبيعى، تدخل جسم الإنسان بعد تناولها تبلغ فى المتوسط ٣٠ ميللى رم. ففى كل لتر لبن تبلغ نسبة البوتاسيوم ٤٠ مابين ٢٥ – ٩٠ بيكوريل Becquerel.

٤- الإشعاع خلال التنفس: يحتوى الهواء نسبة من مواد مشعة طبيعية فعند التنفس يحتوى جسم الإنسان نسبة من هذه المواد ومنها: الكربون ١٤ يحتوى الإنسان بسبب التنفس ٣٠٠ Bq، البوتاسيوم ٤٠٠٠ Bq ومتوسط الإشعاع من خلال التنفس ١٠٠ مللى رم

Becquerel (Bq): وحدة تعبر عن فاعلية الإشعاع وتعرف بأن واحد Bq = واحد إنشطار فى كل ثانية.

الوحدة القديمة واحد كورى Curie = C = ٣٧ مليار Bq أى ٣،٧ × ١٠^{١٠} Bq

وتقدر جرعة الإشعاع التى يتلقاها الإنسان من الأشعة الكونية والأرضية بحوالى (٢٠٠ مللى ريم سنوياً) كما يصدر التليفزيون الملون إشعاعاً يقدر بحوالى (١ مللى ريم) للشخص فى السنة. ويستخدم جهاز جيجر لقياس النشاط الإشعاعى ويقاس نشاط أى نواه مشعة بالتحلل فى الثانية بالبكريل Becquerels $1\ S^{-1}$ وتقاس الجرعة التى يتعرض لها الشخص بما يعرف بالـ Sieverts.

الفصل السادس عشر

التلوث بالعقاقير الطبية

أولاً : تلوث اللبن بالمضادات الحيوية:

المضادات الحيوية :

تعريفها: عبارة عن مركبات كيماوية تفرزها بعض الكائنات الحية للدفاع عن نفسها ضد كائنات أخرى، وقد توجد هذه المضادات طبيعياً باللبن، أو يستخدمها مربى الماشية فى أغراض منها مقاومة بعض الأمراض مثل مرض إلتهاب الضرع، وبعضها يستخدم كمادة مضافة للعليقة لتسمين الحيوان. ويستخدمها صناع المنتجات اللبنية كمادة حافظة.

١- المضادات الحيوية الموجودة طبيعياً باللبن

وهذه المضادات تفرز بواسطة بعض أنواع من البكتريا والتى توجد طبيعياً سواء فى اللبن الكامل الطازج أو اللبن الفرز الطازج ومنها:

النيسين Nisin:

تفرزه بعض سلالات *Str. Lactis* والتى تنتمى إلى مجموعة N من مجاميع Lansifield. وهذا المضاد يثبط نمو *Str. Cremoris* وبعض أنواع من بكتريا حمض اللاكتيك العصوية، وبالتالى يؤدى إلى مشاكل عند صناعة كل من الجبن والألبان المتخمرة لذا فيجب إستعمال بادئ مكون من سلالات غير منتجة لهذا المضاد وخاصة

أن هذا المضاد لايثبط بالبسترة. ولقد لوحظ أن النيسين Nisin يشبه المضاد الحيوى Subtilis فى كثير من النواحى ولكن يختلفان فى محتواهما من الأحماض الأمينية.

Diplococcin: يفرز بواسطة *Str. Cremoris* *ويثبط بعض أنواع من* سلالات *Str. Lactis* وهو مقاوم للحرارة.

Lactenines: توجد طبيعياً فى اللبن الفرز الخام ولقد وجد أنها تتكون من نوعين Lactenine (L1)، Lactenine 2 (L2). ويوجد (L1) بتركيز مرتفع فى السرسوب، وبتركيز أقل فى اللبن فى منتصف فصل الحليب ويتلف بالحرارة عند ٧٠ م°/٢٠ق، أما (L2) فيوجد فى اللبن فى منتصف فصل الحليب، وقد لايوجد أو يوجد بتركيز منخفض فى السرسوب، ويتلف بالحرارة على ٧٤ م°/٢٠ ق، ولابد من وجود النوعين معاً ليحدث التثبيط لبعض الأنواع من بكتريا حمض اللاكتيك. لذا فيجب عند إستعمال اللبن كبيئة لنمو بكتريا البادئ تسخينه لدرجة أعلا من ٨٠م° لإتلاف اللاكتينين Lactenines.

الطرق المتبعة للحد من هذه المثبطات الطبيعية:

- إستخدام لبن مسخن إلى درجة أعلا من ٨٠ م° عند إعداد البادئ.
- إستخدام سلالات غير منتجة لهذه المضادات السابقة ... أو إستخدام سلالات من البادئ مقاومة للمضادات Nisin و Diplococcin.

٢- بقايا المضادات الحيوية فى اللبن والتى تنتقل إليه عن طريق الدورة الدموية

عند علاج الماشية من مرض إلتهاب الضرع أو الأمراض الأخرى التى تصيبها.

تستخدم المضادات الحيوية فى علاج بعض الأمراض التى تصيب الماشية. فقد إستخدم البنسلين سنة ١٩٤٤ بنجاح فى علاج بعض هذه الأمراض ثم إستخدم بعد ذلك الإيروميسين Aureomycin والإستربتوميسين Streptomycin والنيوميسين Neomycin ... ألخ. وتعطى هذه المضادات عن طريق الفم أو الحقن كما هو الحال فى الأمراض المتعلقة بالتنفس وإلتهاب الرحم، أو بإدخالها عن طريق حلمات الضرع كما هو الحال فى الإصابة بمرض إلتهاب الضرع.

والإلتهاب الضرع من الأمراض التى تسبب خسارة إقتصادية كبيرة ويتميز بزيادة الخلايا الجسمية Somatic cells فى اللبن، وبالتغيرات الباثولوجية فى نسيج الضرع. ويتم العلاج بالحقن فى قناة الحلمة Intracisternal للربع المصاب، وفى الحالات الشديدة قد تحقن كل الحلمات. ويجب التفرقة بين علاج البقر الحلوب والجافة فالأخيرة تعالج بمستحضرات تنطلق ببطء Slow ñ release preparations لتظل نشطة لعدة أسابيع أثناء فترة الجفاف. ولما كانت هذه المضادات تنتقل إلى اللبن فى حالة علاج الحيوانات الحلوب فيجب الإلتزام بفترة الإنسحاب الخاصة بالمضاد Withdrawal period يقل فيها تركيز المضاد فى الأنسجة وتنتهى من الحيوان. فلكل تحضير من التحضيرات المضادة للميكروبات فترة إنسحاب يجب الإلتزام بها، لتلافى البقايا غير القانونية من المضاد فى اللبن.

أمثلة لبعض المضادات الحيوية المستخدمة فى علاج الحيوانات:

ومن أمثلة المضادات الحيوية المستخدمة فى علاج الحيوانـــات خاصـــة مـــرض إلتهاب الضرع.

Penicillin, Streptomycin, Chloromephenicol, Chlortetracycline, Oxytetracycline, Polymexin, Neomycin, Bacteriocin, Erythomycin, Macrolides, Aminoglycosides, Quinolenes, Cephalosporins

ويطلق على Penicillins وCephalosporins مجموعة B - Lactoms وهى أكثر المضادات الحيوية إستخداماً للحيوانات الحلابة. ولزيادة كفاءة المضاد قد يستخدم تحضيرات تحتوى مركبين (مضادين) أو أكثر من عائلات مختلفة.

وعموماً يعتبر البنسلين والإستربتوميسين من المضادات الحيوية واسعة الإنتشار. ويستعمل البنسلين بمعدل ١٠,٠٠٠ – ٣٠٠,٠٠٠ وحدة بمتوسط (٥٠,٠٠٠ وحدة) والإستربتوميسين بمعدل ٥ – ٢٠ مجم.

ملحوظة: الوحدة الدولية من البنسلين = ٦ × ١٠^-٤ مجم (٠,٦ µg) من بنسلين الصوديوم البنزينى النقى Pure benzyle penicillium sodium أى أن واحد مجم له قوة ١٦٦٧ وحدة والوحدة الدولية هى أصغر كمية من المضاد يعوق أو يوقف نمو سلالة قياسية من ميكروب الإختبار وهو عادة بكتريا *Bacillus*

stearothermophilus var calidolactis أو ميكروب *Staphylococcus aureus* ومن دراسات (Mohamed, 1981) *على عينات لبن جمعت* من باعة جائلين ومحلات ألبان، ولبن جاموسى وبقرى خاص بمزارع حكومية كانت نسبة العينات الملوثة بالمضادات الحيوية تمثل ١٣,٣٪، ٣٦,٧٪، ٥,٩٪، ٣٠,٤٪ من العينات المجمعة على التوالى. وقد تخلط ألبان محتوية على مضاد حيوى بألبان حيوانات سليمة (خالية من المضادات الحيوية) ولذا كمية المضاد الموجودة بهذه الألبان سوف تتوقف على عدد الأبقار المعالجة والسليمة المكونة للبن الكلى والكمية الناتجة من كل منها وكمية المضاد المستخدم.

ويتم حقن المضادات الحيوية فى صورة محلول فى قناة حلمة الضرع المصاب أو فى النسيج الداخلى للضرع. وتفرز أغلب هذه المضادات فى لبن أول حلبة بعد الحقن، ثم تفرز بكميات متناقصة فى الحلبات التالية.

ومن العوامل التى تؤثر على كمية المضاد الحيوى التى تفرز فى اللبن مايلى:

١- نوع المضاد الحيوى وكميته.

٢- التركيب التشريحى لضرع الحيوان.

٣- تركيز الجرعة.

٤- الصورة التى توجد عليها المادة الفعالة للمضاد (محلول - مرهم).

٥- الحالة الفردية للحيوان وحالة الضرع.

٦- إنتاجية الحيوان.

٧- مدى إتمام عملية الحلابة.

٨- تكرار عملية الحلابة.

- وتختلف الحيوانات فى مقدرتها على إفراز المضاد الحيوى المعطى لها فى اللبن بسبب وجود إختلافات فسيولوجية بين الحيوانات، كما تختلف الأرباع المختلفة من نفس الضرع فى قدرتها على إفراز البنسلين فى اللبن. ومن المعروف أن الضرع

السليم يفرز البنسلين أكثر من الضرع غير السليم. وتختلف تركيز جرعة البنسلين المستخدمة فى العلاج من ٢٥ – ١٠٠ ألف وحدة دولية / لكل ربع وأحياناً قد تصل إلى مليون وحدة، أما الإيروميسين أو الإستربتوميسين فإنهما يستخدما بتركيز (٢٠٠ – ٤٠٠) ألف وحدة / لكل ربع.

- وتختلف المدة التى يكون بعدها اللبن خالى من المضادات الحيوية تبعاً للتركيز حيث وجد أن إعطاء ٢٥ ألف وحدة دولية / لكل ربع يعطى تركيز مرتفع من المضاد الحيوى فى أول حلبة بعد المعاملة (بمتوسط ٥ وحدات دولية / مل)، ثم يقل التركيز فى الحلبة الثانية (٠,٢ وحدة دولية / مل) أما فى الحلبة الثالثة فلا يحتوى اللبن على البنسلين.

لذا فاللبن المحتوى على بقايا المضادات الحيوية يجب أن يسوق بعد ٣٢ – ٩٦ ساعة على الأقل من ميعاد آخر جرعة مضاد حيوى.

- يجب أن يعطى المضاد الحيوى للحيوانات فى فترة الجفاف Dry period وذلك للتغلب على مشكلة بقايا المضادات الحيوية فى اللبن، وأيضاً لمنع حدوث إصابة جديدة فى فترة الجفاف. ولوجود المضادات الحيوية فى اللبن تأثير كبير على الميكروبات المرغوبة والمستعملة فى صناعة الجبن (أو الصناعات اللبنية الأخرى)، فبجانب تأثيرها على نشاط البكتريا المكونة لحمض اللاكتيك والهامة فى المراحل الأولى من الصناعة، فإنها تؤثر على الميكروبات التى تلعب دوراً هاماً فى التسوية.

ولقد وجد أن الجبن التشدر المصنوع من لبن به بقايا مضادات حيوية كان ردئ الصفات، ونشطت به بكتريا الكلوروفورم، وكونت غازات بالجبن صحبها طعم ردئ. كما أن الجبن الكاممبرت المصنوع من لبن به كميات من المضادات الحيوية كان رديئاً فى صفاته ونكهته وكان نمو الفطر على سطحه قليلاً مع حدوث لون أحمر وحدوث إنتفاخ غازى به.

تأثير المضادات الحيوية على بكتريا حمض اللاكتيك:

أ- البنسلين

- يعتبر البنسلين من اكثر المضادات الحيوية إستعمالاً وفاعلية فى علاج إلتهاب الضرع.
- كفاءة البنسلين فى العلاج تعادل ٣ مرات كفاءة كلاً من الإيروميسين Aureomycin والـ Subtilin، وتعادل ٧ مرات كفاءة الإستربتوميسين Streptomycin، و٣٣ مرة بالنسبة لكفاءة كلاً من الكلورميستين Chlormycetein والـ Bacteriocin.
- يعتبر البنسلين من أكثر المضادات الحيوية تأثيراً على نمو بكتريا حمض اللاكتيك ويختلف هذا التأثير تبعاً للأتى:
  - التركيز المستخدم من البنسلين
  - مدى حساسية البكتريا له
  - مدى نقاوة البنسلين المستخدم

وعموماً فلقد إتضح من التجارب أن:

- اللبن المحتوى على أقل من ٠,٠٥ وحدة دولية من البنسلين / مل لبن لايؤثر على نمو بكتريا حمض اللاكتيك وبالتالى على معدل إنتاج الحموضة فيما عدا *Str. thermophilus* والذى يثبط فى وجود ٠,٠١ وحدة دولية.
- اللبن المحتوى على تركيز يتراوح مابين ٠,٠٥ – ٠,١ وحدة دولية من البنسلين / مل يحدث تثبيط بسيط لنمو بكتريا حمض اللاكتيك.
- اللبن المحتوى على تركيز مابين ٠,١ – ٠,٢٥ وحدة دولية من البنسلين / مل يحدث تثبيط كامل لنمو بكتريا حمض اللاكتيك ويوقف تقدم الحموضة ويعمل على عدم تكونها.

تعتبر ميكروبات *Str. cremoris* أكثر حساسية من *Str. lactis* والأخيرة أكثر حساسية من *Str. faecalis* للبنسلين. وبصفة عامة تكون ميكروبات حمض اللاكتيك

العصوية Lactobacilli أكثر مقاومة للبنسلين عن ميكروبات حمض اللاكتيك الكروية Streptococci.

قد يؤدى البنسلين إلى حدوث تغيرات مورفولوجية فى بكتريا حمض اللاكتيك الكروية فيؤدى إلى زيادة فى طول السلسلة البكتيرية.

وجود ٠,٠١٥ – ٠,٠٥ وحدة دولية من البنسلين / مل لبن يؤثر على بادئ الزبادى مما يؤدى إلى إنتاج زبادى غير جيد وذو خثرة طرية نظراً لطول مدة التجبن.

طرق التغلب على تأثير البنسلين فى اللبن:

١ – إستعمال إنزيم البنسليناز Pencillinase

- وهذا الإنزيم يفرز بواسطة بعض أنواع من الـ Lactobacilli وبعض سلالات من *E. coli*، *B. subtilis* تحت ظروف معينة.
- وهذا الإنزيم يمنع فعل البنسلين المثبط للميكروبات المكونة للحموضة بهدم جزئ البنسلين وتكوين حامض البنسلويك Penicilloic acid عديم الأثر على الميكروبات.
- يستخدم بتركيز فى اللبن من ٠,٠٥ – ١ وحدة فى ١٠ طن. ولايؤثر على طعم ورائحة اللبن. إلا أنه قد يؤخذ على إستعماله إرتفاع ثمنه نسبياً.

٢ – إستخدام الكيماويات Chemical inhibitors

يمكن إستخدام بعض المواد مثل بعض الأحماض – القلويات، الأمونيا، الأمينات لوقف نشاط البنسلين حيث تتفاعل معه وتثبط من حيويته. فمثلاً إضافة ٠,٠٠٥٪ هيدروكسيل أمين Hydroxyl amine تكون كافية للحد من فعل وحدة دولية واحدة من البنسلين فى زمن قدره ساعة واحدة، ولكن إتضح فيما بعد أن هذه المادة سامة ولها تأثير مثبط على نمو بكتريا حمض اللاكتيك الكروية Streptococci.
إضافة ٠,٠١٦ – ٠,٠٦٪ H_2O_2 يسبب القضاء على البنسلين تماماً.

٣ – زيادة كمية البادئ المضاف Addition of extra amounts of culture

قد تضاف كميات زائدة من البادئ عند بطئ تكون الحموضة أو إنعدامها، والأساس فى ذلك أن فى إضافة البادئ وبالطريقة العادية تقوم كل خلية بكتيرية

بالإرتباط بعدد معين من جزيئات البنسلين، ونظراً لإمتصاص الخلايا البكتيرية الموجودة فى البادئ العادى لعدد كبير من جزيئات البنسلين فإنه يتوقف عملها، ويتعطل تكوين الحموضة ولكن بإضافة كميات كبيرة من البادئ يمكن المحافظة على مستوى الحموضة المطلوب. وقد يعاب على هذه الطريقة أنها لاتصلح فى التركيزات التى تزيد عن ٠,١ وحدة دولية / مل.

٤- تعود الميكروبات على النمو ببيئة البنسلين Adaptation of cultures

وفيها يتم إنتاج سلالات مقاومة للبنسلين وذلك عن طريق تنميتها فى اللبن، وفى وجود تركيزات منخفضة من البنسلين تزداد تدريجياً. فقد أمكن زيادة مقاومة بعض السلالات من ٠,١ إلى ٠,٣ وحدة دولية / مل، ويمكن المحافظة على هذه المقاومة حتى حوالى ٢٠ تجديدة (تنشيطة) فى اللبن الخالى من البنسلين ثم تضعف بعد ذلك. وهذه الطريقة مقبولة وتستخدم حالياً. غير أنه يؤخذ عليها إختفاء الميكروبات المكسبة للنكهة عندما يكون تركيز البنسلين ٠,٢ وحدة دولية / مل حيث لاتتكون مواد النكهة الأستيل ميثيل كربينول والداى أستيايل.

١- حجز اللبن لمدة يومين قبل الإستعمال.

ب- الإيروميسين Aureomycin

- وجوده بتركيز ٠,٠٥ ميكروجرام / مل لبن لايؤثر على نمو بكتريا حمض اللاكتيك وبالتالى على إنتاج الحموضة، ولكن وجوده بتركيز ٠,٥ ميكروجرام / مل يؤدى إلى تثبيط نمو بكتريا البادئ.
- وجد بعض العلماء أن اللبن المأخوذ من بقر معالج بواسطة ٢١٣ ملليجرام / لكل ربع (إيروميسين) لاتتقدم فيه الحموضة طوال أربع حلبات وأحياناً حتى الحلبة الثامنة.
- تعقيم اللبن حتى ضغط ٠,١٥ رطل / ١٠ ق لايؤدى إلى إتلاف الإيروميسين.

ج- الترامسين Terramycin

بكتريا حمض اللاكتيك الكروية Streptococci تكون حساسة جداً للتراميسين. وجود ٠,١ ميكروجرام / مل لبن تكون كافية لتثبيط نمو بكتريا حمض اللاكتيك.

بينما يتكون كمية قليلة جداً من حامض اللاكتيك فى وجود ٠,٢ ميكروجرام تيراميسين / مل لبن.

ويوضح جدول (٦٦) مدى إختلاف حساسية البادئات المختلفة والمستخدمة لبعض المنتجات اللبنية للتركيزات المختلفة من المضادات الحيوية مقدرة بالوحدة الدولية / مل لبن.

جدول (٦٦) يوضح مدى إختلاف حساسية البادئات المختلفة

المزارع البكتيرية المستخدمة	بنسلين	ستربتوميسين	كلورامفينكول	أريثروميسين	كلورالتتراسيكلين	Bacteriocin	Oxytetracycline	Tetracycline
اليوغرت	٠,٠١	١	٠,٥	٠,١	٠,١	٠,٠٤	٠,٤	١
القشدة	٠,٢	٢,٥	١	٠,٥	٠,٠٥	٠,١	٠,٤	١
لبن الأسيدوفيليس	٠,٠٧	٢,٥	٢	٠,٠٧	٠,٥	–	٢,٥	٢
جبن الأمينتال	٠,٠٢	٢,٥	٢	٠,٠٨	٠,١	٠,٠٣	–	–
الكيفير	٢,٥	٢,٥	٣	٠,٥	٢	–	١,٥	١
بادئ البكتريا المحبة للحرارة المعتدلة Mesophilic	٠,٠١	٢,٥	٢	٠,٠٥	٠,٥	٠,١٢	٢	–

أضرار ومشاكل وجود المضادات الحيوية باللبن:

١- تتداخل مع نشاط إنزيمى الفوسفاتيز والكتاليز، وبالتالى تؤثر على إختبار الفوسفاتيز والكتاليز المستخدمين فى الكشف عن تمام البسترة، فقد وجد أن الأوكسى تتراسيكلين والبنسلين يظهران أن اللبن التام البسترة وكأنه غير مبستر حيث يعطى لون أزرق مع دليل الفولين.

٢- يؤثر على إنتاج الحموضة وبالتالى نقص فى خواص وطعم ونكهة المنتج اللبنى.

٣- صعوبة تصنيع المنتجات اللبنية المتخمرة.

٤- لاتتأثر كثيراً بالمعاملات الحرارية.

٥- تؤدى لزيادة الوقت اللازم لإختبارات الصبغات مما يؤدى لتقييم اللبن بدرجة أعلى من نوعيته.

٦- لها خطورة على الصحة العامة حيث:

أ- تؤثر على ميكروفلورا الجهاز الهضمى المرغوب فيها خاصة عند صغار السن.

ب- قد تعرض مستهلكى هذه الألبان إلى الإصابة بميكروبات مرضية مقاومة للمضادات الحيوية Antibiotic resistance pathogens.

ج- تسبب خطورة للأشخاص ذوى الحساسية العالية لتلك المضادات فقد تسبب لبعضهم حساسية شديدة Severe allergic تؤدى للوفاة أحياناً.

ونلاحظ أن Maximum residue limit (MRL) (الحد الأقصى للمتبقى من المضاد فى الغذاء) للبنسلين ج Peniciclline G = ٤ µg / لتر لبن.

الإحتياطات لتجنب الآثار الضارة من المضادات الحيوية باللبن:

١- إستخدام المضاد الحيوى تحت إشراف طبى مع التخلص من ألبان الحيوانات المعالجة بها، وعدم إستعمالها للإستهلاك الآدمى مدة لاتقل عن ٧٢ – ٩٦ ساعة عقب إعطاء آخر جرعة من المضاد، والإلتزام بفترة الإنسحاب Withdrawal period.

٢- إستعمال مضادات حيوية تحتوى صبغات ملونة تفرز فى اللبن لعدة أيام بعد العلاج إذ غالباً مايؤدى حقنها فى الضرع إلى إفرازها فى اللبن لمدة ثلاثة أيام عقب آخر جرعة. وقد وجد أن حقن مضاد حيوى مثل البنسلين فى أحد أرباع ضرع الأبقار غالباً ما يوجد فى لبن الأرباع الأخرى، بينما فى الماعز فإنه عند حقن هذا المضاد فى نصف الضرع فإنه لايوجد فى نصف الضرع الأخر.

ويجب أن يتوافر فى الصبغة المضافة للمضاد:

١ - ليس لها تأثير مثبط للمضاد.

٢- تفرز فى اللبن بمعدل إفراز المضاد.

٣- غير سامة للإنسان.

٤- غير مهيجة لأنسجة الضرع.

٥- مسموح بإضافتها للغذاء.

٦- ذات لون يمكن تمييزه فى التخفيفات الصغيرة.

ومن الصبغات المستخدمة:

أ- صبغات طبيعية مثل الكلوروفيل ويعاب عليها:

١- الحاجة لكمية كبيرة منها للحصول على لون واضح باللبن.

٢- تظهر فى اللبن لمدة ثلاث حلبات متتالية أما البنسلين مثلاً فيبقى لحوالى ست حلبات متتالية.

ب- صبغات صناعية منها:

١- صبغات الفلوران: وهى تضاف مع البنسلين بمعدل ٢٥٠ مجم / ١٠٠ ألف وحدة بنسلين (٦٠ مجم بنسلين) ويمكن ملاحظتها بالعين المجردة لمدة ٤٨ ساعة بعد العلاج، وتفرز فى نفس الوقت مع البنسلين كما يمكن الكشف عنها بالأشعة فوق البنفسجية حتى ٩٦ ساعة بعد العلاج ولكن يعاب عليها لونها أصفر غير واضح باللبن، وتسبب فقد ٥٠٪ من فعل البنسلين وغير مسموح بها غذائياً.

٢- صبغات Triphenyl methan ومنها نوعان

Food green S (Stain صبغة)	Food blue S
مسموح بها قانوناً - تعطى لون أخضر فى اللبن، ويتناسب اللون مع تركيز البنسلين فى اللبن. تضاف للبنسلين بمعدل ٥٠ مجم / ١٠٠ ألف وحدة - تفرز الصبغة فى نفس الوقت مع المضاد الحيوى. وأمكن إستخدامها بنجاح مع تتراسيكلين	مسموح بها قانوناً - تعطى لون مزرق - تستخدم بمعدل ١٢٥ مجم / ١٠٠ ألف وحدة بنسلين - أمكن إستخدامها بنجاح مع أكسى تتراسيكلين - تفرز فى نفس الوقت مع المضاد الحيوى

طرق الكشف عن متبقيات المضادات الحيوية للبن : تشمل

١- طرق ميكروبيولوجية Microbiological assay technique

٢- إختبار إختزال الأسود المتلألئ Brilliant black reduction test

٣- طريقة الإنتشار الأنبوبى Tube diffusion method

٤- طريقة الفحص المناعى Immuno logical assay method

٥- إستخدام جهاز الكروماتوجرافى بالسائل ذو الضغط العالى High performace liquid chromatography HPLC.

١- الطرق الميكروبيولوجية فى كشف المضادات الحيوية باللبن:

وتعتبر أكثر الطرق شيوعاً لبساطتها:

يستخدم فى هذه الطرق بعض الميكروبات التى منها
Bacillus stearothermophilus var calidolactis , *Bacillus mycoides* , *Str. thermophilus*

ومن هذه الطرق:

أ- إختبارات أساسها إنتاج الحموضة:

وفيها يوضع ١٠ مل لبن فى أنبوبة إختبار وتسخن إلى ١٠٠ م° / ٥ د وتبرد وتلقح بمعلق من أحد الميكروبات السابقة بمعدل ٢٪ ثم يحضن ٣٧ م° / ٣ ساعات ويتم الكشف عن الحموضة إما بالمعايرة أو الـــ pH أو إختبار التجبن (كحول – غليان). وهذه الطريقة ملائمة للكشف عن الإستربتوميسين، كلوروتتراسيكلين.

ب- إختبارات أساسها إختزال الصبغات:

ومن أمثلتها أزرق المثيلين والميكروب المستخدم B. mycoides وذلك للكشف عن التتراسيكلين، صبغة الريزازورين والميكروب المستخدم هو *Str. thermophilus* ويستخدم للكشف عن البنسلين . وفيها يؤخذ ١٠ مل لبن وتسخن إلى ١٠٠ م°/ ٥ د وتبرد إلى ٣٧ م° وتلقح بمزرعة ثقيلة من الميكروب وتحضين ٣٧ م°/ ٤٥ د. ويقدر الزمن اللازم لإختزال الصبغة مقارنة بعينة أخرى من اللبن لاتحتوى مضاد حيوى، وعدم إختزال اللون أو إختزاله ببطء يدل على وجود مضاد.

وقد تستخدم صبغة Triphenyl tetrazolium chloride (T TC) مع ميكروب *Str. thermophilus* للكشف عن عديد من المضادات الحيوية ويستغرق هذا الإختبار حوالى ٢,٥ ساعة. وفيه يؤخذ ١٠ مل لبن وتسخن ٨٥ م° ثم تبرد حتى ٣٧م° ويضاف لها ١ مل من مزرعة *Str. thermophilus* وتحضن ٢ ساعة يضاف بعدها دليل TTC (٠,٣ جم / ٢٥ مل ماء معقم) وتحضن الأنبوبة لمدة ½ ساعة أخرى. تكون لون أحمر يدل على تكون حموضة أى خلو اللبن من المضاد الحيوى وبقاء العينة عديمة اللون يدل على وجود المضاد . وإختبار الصبغات أكثر حساسية للبنسلين.

كما قد يستخدم دليل البروموكريزول Bromocresol purple حيث تضاف كمية من اللبن السابق تسخينه إلى مزرعة من ميكروب *Str. thermophilus*، وتحضن على ٤٥ م° / ٤ ساعات، ظهور لون أزرق ← يرفض اللبن

ظهور لون أصفر ← لبن سليم

ظهور لون بين الأخضر والأصفر يستهلك اللبن الذى يحلب بعد ٢٤ ساعة من الإختبار.

ج- إختبارات أساسها تغيرات مورفولوجية:

مثال ذلك ميكروب *Str. thermophilus* الذى يحدث له إنتفاخ فى خلاياه عند تعرضه لمحلول به ٠,٠٥٪ وحدة دولية من البنسلين.

د- إختبارات مبنية على أساس تكون منطقة خالية من النمو (مانعة – مثبطة) Inhibition.

١- يستخدم فى هذه الطريقة عادة ميكروب *Bacillus stearothermophilus var calidolactis* حيث يحضر منه معلق وذلك بزراعته على بيئة آجار مائل (٥٥ م° / ٤٨ ساعة)، ويغسل الآجار بمحلول فسيولوجى معقم للحصول على معلق يجمع فى دورق مخروطى معقم ويحفظ على ٤ – ٥ م° للإستخدام مع تقدير العدد الكلى.

٢- تضاف كمية أو جزء من المعلق البكتيرى إلى بيئة آجار بحيث يكون تركيز الميكروب ٥ × ١٠^٧ / مل وترج بهدوء على ٤٥ – ٥٠ م° مع مراعاة عدم تجمد الآجار وتصب بيئة الآجار المنزرعة فى أطباق بترى معقمة (١٢ مل سمك ٢مم) وتترك الأطباق لتجمد.

٣- تسخن عينات اللبن المراد الكشف عن المتبقيات من المضادات الحيوية بها على ٨٠ م° / ٣٠ د ذلك للقضاء على المواد المثبطة الطبيعية Natural inhibitory subs.

٤- ينقل ٠,١ مل من العينة بعد تبريدها بماصة شعرية معقمة إلى حفرة دائرية قطرها ١٠ مم (١ سم) وتسمى هذه الطريقة طريقة الفحص بالحفرة Well assay method، كما يمكن إستخدام طريقة الفحص بالقرص المرجعى Reference disc assay method المعد لذلك، وذلك بعد غمسه فى عينة اللبن، ووضعه على بيئة الآجار المنزرعة Seeded agar وتحضن الأطباق ٥٥ م° ± ٢ م° / ٣ – ٤ ساعات.

فى حالة النتيجة الإيجابية يلاحظ تكون منطقة مانعة Zone of inhibition لنمو الميكروب والتى يتوقف حجمها على كمية وتركيز المضاد الحيوى الموجود بالعينة، بينما فى حالة النتيجة السلبية لاتتكون المنطقة المانعة لنمو الميكروب.

المضادات الحيوية لتسمين الحيوان وحفظ لحمه:

يستخدم بعض مربى الحيوان والطيور المضادات الحيوية لتسمين حيواناتهم، وذلك بإضافتها للأعلاف الخاصة بها، فقد لوحظ أنها تؤدى لزيادة الوزن مع توفير العلف خاصة إذا إقترن ذلك بإضافة الهرمونات، ولايعرف بالضبط آلية المضادات الحيوية فى عملية التسمين، ويعتقد البعض أن المضاد الحيوى يحمى الحيوان من الأمراض مما يحسن من صحة الحيوان العامة، ويتيح له فرصة أكبر من النمو. ومن أكثر المضادات الحيوية تأثيراً فى ذلك المضاد الحيوى الذى له طيف واسع فى تثبيط الميكروبات.

وقد وجد أن البنسلين هو أفضلها فى حالة علف الدواجن، وأن الأوكسى تتراسيكلين أحسنها فى اعلاف حيوانات التسمين. وقد تزود هذه الأعلاف بالهرمونات أو مستحضراتها ذلك إذا كانت هذه الهرمونات لاتتأثر بعملية الهضم وإلا فتعطى بالحقن تحت الجلد، وقد وجد أن هذه المعاملات تزيد من سرعة التسمين بأكثر من ١٠٪ كما توفر ١٢ – ١٦٪ من العلف كما قد تستخدم المضادات الحيوية فى حفظ الأسماك ولحوم الحيوانات، فيستخدم الأوكسى تتراسيكلين فى إطالة حفظ السمك والحيوانات البحرية على سفن الصيد، حيث يضاف بنسبة ٥ جزء / مليون إلى الثلج

المستخدم فى الحفظ. كما قد تغمر اللحوم الطازجة ولحوم الدجاج الطازج فى محلول التتراسيكلين بتركيز ١٠ جزء / مليون، وقد تحقن الذبائح ببعض المضادات الحيوية مثل التتراسيكلين والبنسلين والكلورامفينوكول قبل الذبح للمساعدة على حفظ اللحوم. وتأثير التتراسيكلينات ثابت نسبياً وفعال وطويل المدى.

وتحظر معظم القوانين إستخدام المضادات الحيوية فى حفظ الأغذية، أما الدول التى تسمح بإستخدامها فإنها تحدد الحدود القصوى لبقاياها فى الغذاء إذ أنها ضارة بصحة المستهلك. إذ لايمكن إزالة المضاد الحيوى بطرق التصنيع الغذائية، كما أن هذه المضادات فى الأغذية تكسب الأحياء الدقيقة مناعة مما يقلل من فاعليتها عند إستخدامها للعلاج، كما تؤثر على الفلورا الطبيعية الموجودة بأمعاء الإنسان وقد تسبب الحساسية لبعض الأفراد.

ثانياً : التلوث بالهرمونات

يحتوى اللبن عدة هرمونات تختلف كميتها بإختلاف الحالة الفسيولوجية والتغذية وعوامل أخرى ويبين الجدول التالى (٦٧) بعض الهرمونات باللبن البقرى وتركيزها.

جدول (٦٧) بعض الهرمونات باللبن البقرى

الهرمون	التركيز
الأستروجين Oestrogens	٥٠ – ٧٠ ng / لتر
أوكسى توكسين Oxytocin	٢٥ u.unit / مل
Insuline like growth factor I (I G F -I)	٢٥ ng / مل
Epidermal growth factor (EGF)	٥٠ – ١٠٠ ng / مل
البروجسترون Progestron	١١ – ١٣ µg / لتر
سوماتوتروبين Somatotropin	٣ – ١٠ ng / مل
Insuline like growth factor II (I G F ñII)	٥٠ – ١٠٠ ng / مل
إنسولين Insuline	

وقد تستخدم بعض هذه الهرمونات لأغراض مختلفة خاصة زيادة الإنتاج، ومن أمثلة ذلك:

١ - هرمونات الإسترويد Steroid hormones

وهى تستخدم كمشجعات نمو فى بعض الدول مثل الولايات المتحدة وكندا، وتستخدم فقط فى حيوانات اللحم حيث تسرع من النمو والتسمين بطريقة غير مباشرة تتوسطها عمليات تتحكم فيها الغدة الدرقية، ولذا يضاف عادة هرمون الثيروكسين Thyroxine لزيادة كفاءتها. وتتميز هرمونات الإسترويد بأنها ذات تركيب ليبيدى Lipid structure صغيرة الحجم لاتهضم، تكون فعالة عند تناولها عن طريق الفم ويمكن أن تمتص بصورتها (سليمة) intact. وهى متماثلة فى تركيبها فى جميع أجناس الحيوانات، وهى مواد ذائبة فى الدهون، لذا فالمنتجات منخفضة الدهن منخفضة نسبياً فى محتواها من الأسترويدات، ولايؤدى معالجة الحيوان بها بمستوى منخفض إلى زيادة ملحوظة منها فى اللبن الناتج، ولكن المعاملة بجرعات عالية بقصد الإخصاب أو أغراض طبية أخرى يؤدى لزيادة نسبتها فى اللبن لفترة قصيرة. ومن هذه الإستيرويدات.

أ- إستيرويدات طبيعية Natural hormones steroids منها

Tetrasterone, Oestradiol B 17, Progestrone ومشتقاتها وتعتبر أهم الهرمونات الجنسية فى الثدييات، وتستخدم فى أغراض الأبتناء (التمثيل) Anabolic، كما يستخدم هرمونى الأنوثة Oestradiol B 17, Progestrone للحث على إنتاج اللبن وتحسين الخصوبة وتنظيم دورة الشبق Oestrus cycle.

ب- هرمونات نصف مخلقة Semi synthetic ومن أمثلتها

Melengestrol acetate, zeranol, Trenbolone acetate وتشير كثير من الأبحاث إلى سلامة اللحم المحتوى على بقايا هذه الهرمونات، كما أن معدلها فى اللبن ليس عالياً إذا إستخدمت بالكميات المناسبة، وقد يكون السبب هو عدم توافر الطرق الدقيقة فى تقدير بقايا هذه الهرمونات المتناهية فى الصغر. ونظراً لقابلية ذوبان هذه الهرمونات فى الدهن فمن المنتظر أن يحتوى الدهن وأنسجة الكبد على بقايا من هذه الهرمونات، مما قد يؤدى لآثار ضارة بالصحة على المدى الطويل بالنسبة للإنسان خاصة السيدات.

ج- إستيرويدات القشرة المخلقة Synthetic corticosteroids ومن أمثلتها Prednisolone, dexamethasone وتستخدم فى علاج إلتهاب الضرع.

٢- البروستاجلنديات Prostaglandins

وهى مجموعة من المواد المشابهة للهرمونات (الجنسية) A group of potent hormone like substances وتنتج فى كثير من أنسجة الثدييات. ومن وظائفها الفسيولوجية تنظيم ضغط الدم، وإنقباض العضلات الناعمة، وتلطيف الإلتهابات. وبعضها مثل $PGF_2\ \alpha$ يستخدم لتنظيم دورة الشبق وزيادة التبويض Multiple ovulation، والمعالجة بها لاترفع من تركيزها عن المستوى الطبيعى بعد ساعات قليلة من العلاج.

٣- الأوكسى توسين Oxytocin

وهو هرمون ببتيدى (به تسعة أحماض أمينية). تفرزه جميع الثدييات للحث على إستمرار المخاض Labour وتشجيع خروج اللبن Milk ejection، وله أهمية فى الطب البيطرى والبشرى، ويتم العلاج به عن طريق الحقن بالوريد أو العضل أو تحت الجلد intravenously, intramusulary, subcutaneously ونظراً لقصر فترة عمر الهرمون يصعب الكشف عن زيادة معدله فى اللبن. وقد يستخدم الهرمون فى الجاموس لتسهيل حلابته إذ يبدو أن الجاموس أصعب حلباً من البقر. كما يستخدم الهرمون فى بعض الدول لعلاج إلتهاب الضرع، ودوره فى ذلك هو تشجيع خروج اللبن مما يساعد على زيادة إزالة الميكروب الممرض من الضرع.

٤- سوماتوتروبين البقرى Bovine somatotropin (bST) أو هرمون نمو بقرى Bovine growth hormone

وهو من الهرمونات البروتينية تفرزه الغدة النخامية فى جميع الحيوانات، ويتكون من ١٩١ حمض أمينى، وهو أكبر حجماً من هرمونات الإسترويد، ويهضم بشدة لذا فهو لايمتص بصورته السليمة intact، فليس له تأثير عند تعاطيه عن طريق الفم مثله فى ذلك مثل الإنسولين ودليل ذلك أنه عند نزع الغدة النخامية من الفئران مما يجعلها لاتنتج ST بكميات كافية ويجعلها فى حاجة للمعاملة بهرمون ST فقد وجد أنه عند إعطاء هذه الفئران هرمون bST بما يعادل ٤٠٠,٠٠٠ مرة الكمية

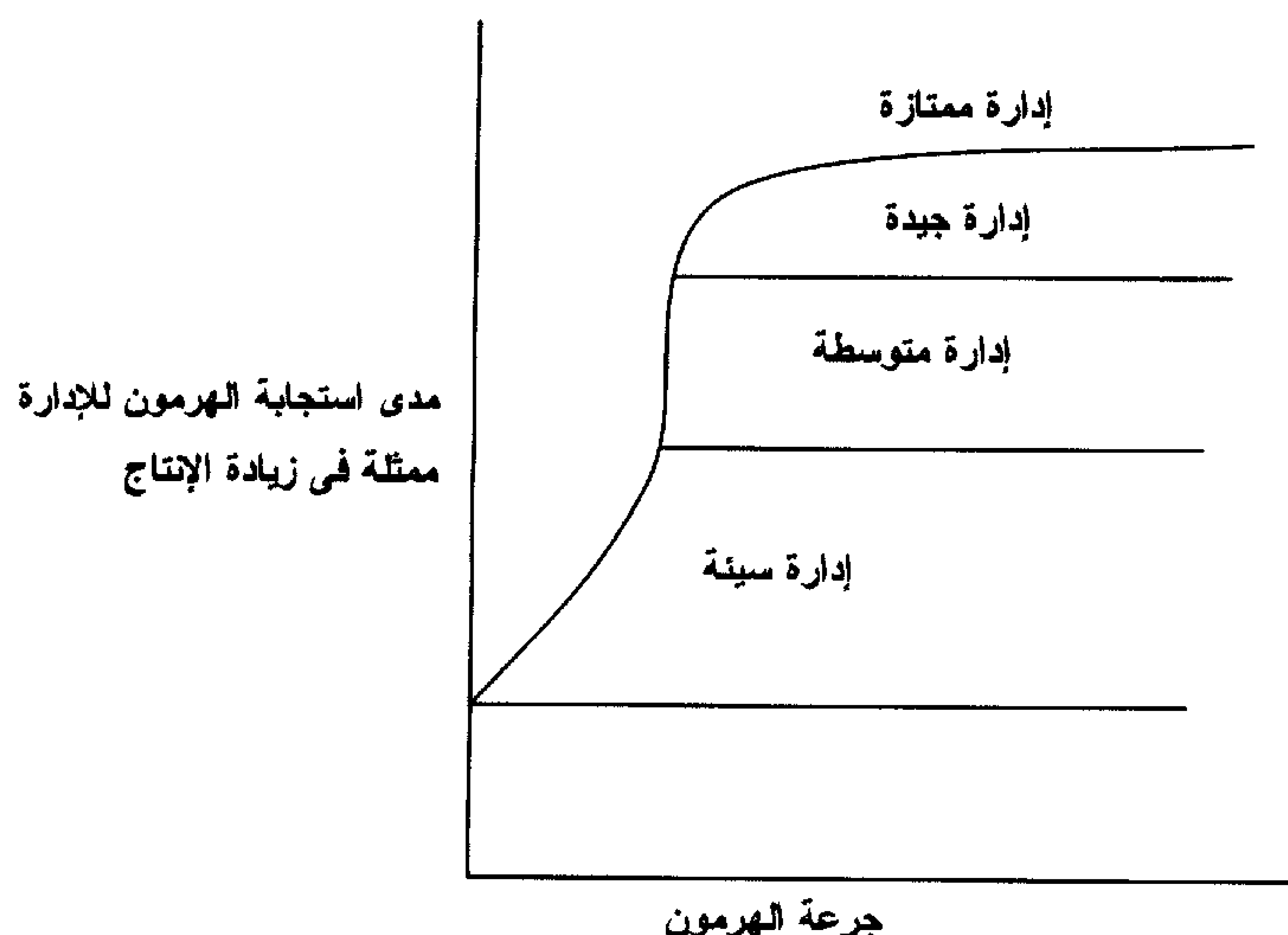
الموجودة فى لتر لبن بقرى لم يحدث نمو لهذه الفئران ولكن عند حقنها بالهرمون أدى إلى زيادة نموها. ويوجد الهرمون كمركب طبيعى باللبن.

ويختلف التركيب الكيماوى لهذا الهرمون تبعاً لجنس الحيوان وهذا مايحد من إستخدام هذا الهرمون من جنس ليعمل فى جنس آخر ويفسر ذلك بأن الهرمونات البروتينية يجب أن ترتبط بمستقبل بروتينى قبل أن تظهر تأثيرها الحيوى.

ومن وظائف هذا الهرمون هو تشجيع النمو وتنظيم تمثيل الدهون والبروتينات والكربوهيدرات فهو يوجه المغذيات مباشرة لنمو الماشية الصغيرة وإلى إنتاج اللبن فى البقر الحلوب.

ويفسر دور هذا الهرمون بأن الغدة النخامية تفرزه فى مجرى الدم حيث ينتقل خلال الجسم ويدفع الكبد إلى إنتاج هرمون آخر يسمى (I G F ñI) Insuline like growth factor I أو Somatomedin حيث يقوم الهرمونان BST , IGF- I بإحداث تغيرات تشجع إنتاج اللبن، وهذه التغيرات تشمل تأثيرات مباشرة على الغدة اللبنية وتزيد من هدم النسيج الدهنى Adpose tissue ليمد الحيوان بطاقة أكثر لإنتاج اللبن. وعليه فإن معظم التأثيرات الفسيولوجية لهرمون bST تكون عن طريق زيادة مستوى عامل النمو الشبيه بالإنسولين (I G F -I) Insuline like growth factor I.

وكان يستخرج الهرمون bST من الغدة النخامية للحيوانات بعد ذبحها لإستخدامه فى الأغراض الطبية البيطرية والبشرية، ونظراً لقلة الكمية المستخلصة من هذه الغدة مما دفع العلماء لإنتاجه بالهندسة الوراثية، ويسمى الهرمون الناتج وراثياً (rbST) Recombinant bovine somatotropin، وهو متوافر تجارياً وآمن بموافقة إدارة الأغذية والعقاقير FDA ١٩٩٣، ويستخدم حالياً فى كثير من الدول حيث يحقن فى ماشية اللبن على فترات (إسبوعين تقريباً) فيزيد من إنتاج اللبن بمعدل قد يصل إلى ١٥ – ٢٠٪ حيث يدفع الغدة اللبنية لأخذ كمية أكبر من المغذيات من مجرى الدم ممايؤدى لزيادة كمية اللبن بشرط وجود إدارة جيدة.



ومن المعروف أن البقرة تستخدم جزءاً من العليقة كعليقة حافظة والباقى يستخدم للإنتاج، ولما كانت العليقة الحافظة لاتتغير تقريباً وإن الزيادة من العليقة المعطاة للحيوان تتحول (توجه) لزيادة إنتاج اللبن دون حدوث تغير يذكر فى تركيبه الكيماوى أو خواصه الحسية أو تغيير كمية bST المفرزة باللبن حتى بإعطاء جرعات كبيرة تعادل ١٢ مرة ضعف الجرعة المعتاد إعطائها للحيوان وذلك مقارنة باللبن الناتج من حيوانات غير معاملة بالهرمون. كما أن اللحم واللبن الناتجين من الحيوانات المعاملة بالهرمون آمنين للإنسان. وتؤدى البسترة إلى إتلاف مايقرب من ٩٠% من b S T, وrbST الموجود باللبن. وليس للهرمون أى آثار جانبية على الإنسان ولكن قد يكون له تأثير جانبى ضئيل على الماشية المحقونة بالهرمون تتمثل فى إحتمالية زيادة الإصابة بمرض إلتهاب الضرع، وحدوث بعض الإضطرابات التناسلية Reproductive disorder وحدوث ورم (إنتفاخ Swellings) فى مكان الحقن، وزيادة فرصة الإصابة بإلتهاب الضرع مما يدفع مربى الماشية إلى زيادة إستخدام المضادات الحيوية وما يتبع ذلك من أضرار بصحة الإنسان.

وقد ذكرنا سابقاً أن bST أو rbST يدفع الكبد لإنتاج IGF1 وأن كلاً من الهرمونين يشجعان معاً إنتاج اللبن.

وقد يخشى المستهلك من زيادة IGF1 فى اللبن فمن المعروف أن هذا الهرمون ينشط نمو خلايا الأمعاء مما يزيد من فرصة خطورة النمو غير الطبيعى لها، مما قد يكون له تأثيرات مسرطنة Carcinogenic effects. ولكن مما يقلل من هذه المخاوف هو أن تركيز هذا الهرمون IGF1 باللبن قليل أقل بمقدار ١٠٠ – ١٠٠٠ مرة تركيزه فى دم الإنسان. (أى ١/١٠٠٠ : ١/١٠٠ من تركيزه فى الدم)، أضف إلى ذلك أن هذه الهرمونات مواد بروتينية تهدم عند تعاطيها بالفم مما يفقدها نشاطها الحيوى.

يلاحظ أن bST, rbST لاتنفذ خلال جدر المشيمة Placental wall فلا ضرر على الأجنة وتلد البقرة المعاملة بالهرمون عجولاً عادية الحجم صحية دون أية مشاكل، كما أن إعطاء الهرمون للبقرة لفترة طويلة لم يكن له تأثير سئ عليها.

ملحوظة:

bST, r bST ليست نشطة حيوياً بالنسبة للإنسان فهى لاتتفاعل مع مستقبلات S T الآدمية وقد يرجع ذلك لإختلاف التركيب البنائى لهرمون b S T وهرمون S T من أجناس الحيوانات غير الرأسية الأخرى (Primates رأسيات) عن ST البشرى، وهذا يفسر أنه رغم أن القزمية Human dwarfism (ناشئة عن عدم توافر ST البشرى) يمكن أن تعالج بتعاطى ST البشرى إلا أنه لايمكن معالجتها بهرمون البقر b S T أو هرمون ST من أى حيوان غير رأسي، ولكن يمكن إستخدام هرمون S T من الرأسيات مثل القردة فى علاج قزمية للإنسان فلهرمون ST القردة تركيب بنائى مشابه لتركيب ST البشرى مما يجعل لهرمون ST القردة القدرة على الإرتباط بالمستقبلات الخاصة بهرمون ST البشرى.

الفصل السابع عشر

التلوث من مواد التعبئة والتغليف

التعبئة: هي تجهيز الغذاء للتسويق النهائي بوضعه في عبوات خاصة مناسبة، ويكون بينها وبين الغذاء إتصال مباشر. أما التغليف فهو تجميع لأكثر من عبوة في وعاء أكبر لايلامس الغذاء ملامسة مباشرة. ويكون الهدف من التغليف في هذه الحالة هو إعداد الغذاء للشحن أو التسويق بالجملة، ولكن في بعض الحالات قد يلامس الغلاف الغذاء ويصبح الغلاف وسيلة هامة من وسائل بيعه وتسويقه.

الإشتراطات العامة للعبوة المستخدمة في اللبن ومنتجاته:

يجب أن يتوافر في العبوة الجيدة إشتراطات من أهمها:

١- أن تحوى بداخلها اللبن ومنتجاته.

٢- أن تحمى المنتجات بداخلها حتى تصل سليمة إلى المستهلك من كل ما تتعرض له من عوامل تؤثر على طبيعتها وتركيبها كالتلوث أو التعرض للضوء، إذ يؤدى ذلك لتغيرات غير مرغوبة، كما تحمى المنتجات من نقص أو زيادة محتواها من الرطوبة وكذلك فقد أو إكتساب روائح غير مرغوبة من الخارج، مع عدم إضافتها أى مواد تنتقل إلى الغذاء أى يجب ألا يحدث تفاعل بين العبوة والمنتجات التى تحويها.

٣- أن يتوافر في العبوة القابلية والجاذبية، فيجب ان تكون مقبولة لدى المستهلك وسهلة التداول. فالعبوة الناجحة هى التى تبيع نفسها بمجرد النظر أليها، لذا يجب

دراسة سيكولوجية المستهلك فمثلاً العبوات التى تتميز بالألوان البراقة الواضحة ترضى المستهلك فى بعض الدول العربية، بينما يفضل المستهلك الأوربى العبوات هادئة اللون. كما يجب أن تتوافر البيانات الدالة على العبوة مثل محتوياتها وكمياتها وطريقة إستخدامها والحفظ والعلامة التجارية.

المواد أو الخامات المستخدمة فى تعبئة وتغليف اللبن ومنتجاته:

أولاً : الأوعية الزجاجية:

من مميزات هذه الأوعية:

١- الصلابة والقوة وتنوعها من حيث الحجم والشكل ورخص ثمنه نسبياً مقارنة بعبوات أخرى نظراً لتوافر خاماته بمصر.

٢- عدم تفاعل الزجاج مع اللبن أو منتجاته. فالزجاج مادة خاملة يتكون أساساً من أكاسيد ثابتة ولايحتاج إلى مثبتات أو مواد مضادة للأكسدة ولاتدخل المعادن الثقيلة فى تركيبه.

٣- يوفر الزجاج للبن ومنتجاته حماية ضد الروائح والنكهات غير المرغوبة والتلوث، كما يمكن التحكم فى درجة نفاذية الزجاج للضوء بتلوين الزجاج بألوان مختلفة (بنى عادة) مما يحمى اللبن ومنتجاته من التعرض للضوء.

٤- يتميز الزجاج بمظهر جميل جذاب كما أن شفافية الزجاج تميز مابه من غذاء (الزبادى).

٥- يمكن إعادة إستعماله عدة مرات بعد رجوعه للمصنع وتنظيفه وتعقيمه، كما يمكن تدوير غير الصالح منه مرة أخرى والإستفادة منه بخلطه مع الخامات المستخدمة فى صناعة الزجاج.

ولكن قد يعاب على الزجاج:

١- ثقل وزن العبوات الزجاجية مقارنة بالعبوات الأخرى مع صعوبة التخلص منه بسهولة.

٢- سهولة كسره ولكن يمكن عن طريق تحسين نسبة القوة / الوزن / Strength Weight تقليل الكسر، كما يمكن تصنيع الزجاجات من خلطات خاصة تزيد من

تحملها للصدمات والكسر، كما تحميها من المعاملات الحرارية المختلفة كالبسترة والتعقيم عند تعبئتها باللبن أو بعض منتجاته التى يجرى عليها هذه المعاملات كما تحميها من التبريد الفجائى الذى يتبع هذه المعاملات الحرارية.

ومن الخواص الطبيعية (المواصفات) للزجاج المستخدمة فى تعبئة اللبن ومنتجاته:

الوزن النوعى Specific gravity = ٢,٤٧ – ٢,٤٩ جم / مل.

الحرارة النوعية Specific heat = ٠,٢٨ كالورى / جم.

التوصيل الحرارى Thermal conductivity = ٢ × ١٠$^{-٣}$ كالورى / سم^{٢} / ث.

درجة الإنصهار Melting point = ٥٠٠ م°.

إعتبارات هامة عند تصميم العبوات الزجاجية للبن ومنتجاته Design consideration

١- يعتبر الشكل البيضاوى أقوى الأشكال يليه الإسطوانى ولكن الشكل المستطيل أفقر الأشكال هندسياً، وعموماً يفضل تجنب الشكل الكروى للعبوات ذات القاع الصغير لصعوبة نقل العبوة على السيور المتحركة.

٢- أن يكون التصميم مناسباً لنوع الناتج اللبنى فمثلاً فى تعبئة الزبادى أو الأيس كريم يجب أن يكون العنق متسع بقدر الإمكان.

٣- يفضل أن تكون النهاية الخاصة بالعبوة (mouth) محتوية على حلقات أو تشكيلات أخرى لإحكام تثبيت الغطاء.

٤- فى حالة الأغذية التى لاتعامل بالحرارة يجب مراعاة جودة هذه الأغذية ونظافتها، مع الإهتمام بغسيل هذه الزجاجات وعم إستخدامها لمرات متعددة.

٥- فى حالة الأغذية التى تعامل بالحرارة:

أ- إذا كانت المعاملة الحرارية لأقل من الغليان (٢١٢ ف°) يجب مراعاة عدم تلوث الغذاء من الأغطية المستخدمة.

ب- إذا كانت المعاملة الحرارية أعلى من الغليان (٢١٢ ف°) يجب الإهتمام بمراقبة المعاملة الحرارية.

ثانياً : الأوعية المعدنية:

الشروط الواجب توافرها فى الأوعية المعدنية

- غير منفذة للرطوبة أو الضوء أو الغازات ومقاومة للتآكل.
- سهلة الفتح والقفل والتعبئة ورخيصة الثمن.

أنواع العبوات المعدنية :

١- العلب الصفيح Tin platecans

يعرف الصفيح بأنه رقائق من الصلب (٩٨٪ صلب جيد يعرف بصلب بسمر Bessemer steel منخفض فى محتواه من الكربون) يتم تغطيتها بطبقة رقيقة من القصدير لاتمثل أكثر من ٠,٢٥٪ من وزن العبوة، ويشترط فى القصدير المستخدم أن يكون نقياً خالياً من الشوائب الضارة بالصحة ولايحتوى أكثر من ١٪ رصاص، ٠,٠٣٪ أكسيد زرنيخ.

وتتميز العلب المصنوعة من الصفيح بصلابتها وخفة وزنها ورخص ثمنها وحسن مظهرها وسهولة تصنيعها وتشكيلها لأحجام مختلفة.

ويعاب على العبوات المصنوعة من الصفيح ظاهرة التآكل Corrosion بفعل مكونات الغذاء خاصة المواد الحمضية.

ويؤدى هذا التآكل إلى تلوث محتويات العلبة. ورغم أن القصدير المبطن للصفيح ليس مقاوماً تماماً للتآكل إلا أن سرعة تفاعله مع المادة الغذائية أقل بكثير من التفاعل الناشئ من الصلب نفسه. وتتوقف درجة مقاومة القصدير للتآكل على عوامل منها: حموضة الغذاء وسمك طبقة القصدير ووجود الأكسجين ووجود طبقة عازلة بين الغذاء وقصدير العبوة مثل الورنيش Enaml coating. ويجب أن يتوافر فى هذه المادة الورنيشية أن تكون غير سامة، خالية من المعادن الثقيلة وأن تكون فى صورة فيلم متجانس على الصفيح وأن تتحمل المعاملات الحرارية التى قد تتعرض لها هذه العلب.

وينشأ عن ظاهرة تآكل القصدير حدوث تغير لون المادة الغذائية وإنتفاخ العلبة (إنتفاخ هيدروجينى Hydrogen swell) نتيجة تكون H_2 الناشئ عن تعرض

الصلب بعد إختفاء طبقة القصدير لأحماض الغذاء. ومن العوامل التى تسرع من تآكل المعدن (الصلب) وجود O_2، وإحتواء المعدن على آثار من السيليكون، النيكل، الكروميوم والنحاس كما تسرع حموضة المادة الغذائية من تآكل المعدن.

٢- الصلب غير القابل للصدأ Stainless steel

وهو نوع من الصلب يحتوى نسبة عالية من النيكل والكروم وكمية بسيطة من النحاس، ويستخدم فى صناعة أقساط اللبن وخطوط الأنابيب الناقلة للبن فى المصانع.

ويتميز بمقاومته لظاهرة التآكل بفعل الأحماض والقلويات، وسهولة تنظيفه وتداوله وطول عمر إستخدامه ولكن يعاب عليه إرتفاع سعره مقارنة بالمعادن الأخرى.

٣- العبوات المصنوعة من الألمونيوم Aluminum cans

ومن مميزات هذه العبوات سهولة تشكيلها وعدم تأثرها بالمواد الغذائية المعبأة فهى مقاومة للتآكل نظراً لتكوين طبقة من أكسيد الألمونيوم على سطحها ومادة أكسيد الألمونيوم مادة خاملة كيماوياً يمكنها إعادة تكوين نفسها إذا تحطمت طالما كان الأكسجين موجوداً إذ يمكنه إعادة طبقة الأكسيد ثانية.

ولكن يعاب على هذه العبوات صعوبة قفلها باللحام وصعوبة فتحها بفتاحة علب الصفيح كما أنها تزيل لون بعض المواد الغذائية، وعمر إستخدامها أقل من الصفيح عند تعبئتها بالمنتجات السائلة.

ويوجد فى السوق الآن عبوات ألمونيوم نصف صلبة Semi - rigid aluminum وهى تصنع من رقائق الألمونيوم المسطحة، وتعتمد فى صلابتها على سمكها وسبكها مع معدن آخر. وتتميز هذه العبوات النصف صلبة بتعدد أشكالها كما يمكن أن يلحم عليها من السطح أغشية رقيقة شفافة تعمل كغطاء يظهر الغذاء، ويمكن أن تستخدم فى بيع وتداول منتجات الألبان الدهنية كالزبد وكذا المرجرين الطرى. وتتميز هذه العبوات بتحملها لمدى واسع من الحرارة لذا يمكن إستخدامها فى طبخ وتجميد الغذاء.

الآثار الضارة من تلوث اللبن ومنتجاته من العبوات المعدنية (مخاطر التلوث)

نظراً لأن المعادن الداخلة فى تكوين العبوات المعدنية المستخدمة فى تعبئة وتغليف اللبن ومنتجاته كلها من المعادن الثقيلة ومنها الألمونيوم والقصدير المستعمل فى تبطين الصفيح، ونظراً لإحتمال تفاعل هذه العناصر الثقيلة الموجودة بالعبوة مع تلك المنتجات وإنتقال آثار منها إلى المنتج اللبنى مما قد يؤثر على خواصه الحسية كالطعم واللون. ليس هذا فحسب بل أن تناول هذه المنتجات بما فيها من آثار من تلك المعادن قد يسبب بعض الأضرار الصحية خاصة إذا كان لها خاصية التراكم فى بعض أعضاء الجسم. فمثلاً زيادة التلوث بالقصدير (من العلب الصفيح) قد يؤدى لإصابة الكبد إذ يقوم الكبد والكلى والعظام بإمتصاصه، كما يؤدى لضعف النمو والأنيميا إذ يعوق من إمتصاص الحديد وتكوين الهيموجلوبين. كذلك الحال عند التلوث بالألمونيوم فإن الألمونيوم الممتص يخزن أيضاً فى الكبد والكلى والطحال وأنسجة القلب والعظام ويؤدى إرتفاع معدله إلى فقد مؤقت للذاكرة وبعض أمراض المخ مثل مرض الزهايمر Alzheimer's disease (إرجع إلى تلوث اللبن ومنتجاته بالمعادن الثقيلة).

ثالثاً: العبوات البلاستيك

البلاستيك عبارة عن تركيبة مخلقة Man made مكونة من عدد كبير من جزئيات Vinyl based البسيطة (Monomer). وتعتمد صناعة البلاستيك على عملية البلمرة لهذه الوحدات، وذلك بإستخدام الضغط والحرارة العاليتين والتى تؤدى لفتح الرابطة المزدوجة للمونومر فنيل Vinyl monomer ويصبح الجزئ الـــ monomer نشط وبذا يمكن لهذه الجزيئات الفردية monomers تحت ظروف معينة أن ترتبط ببعضها وتكون سلسلة طويلة من الجزيئات، وتحدث هذه البلمرة (التجمع أو الإرتباط) بطريقتين من طرق التفاعل هما:

أ- الإضافة Addition وفيها يتم تفاعل وإرتباط الوحدات الأساسية بدون ناتج ثانوى.

ب- التكثيف Condensation: وفيها يتم تفاعل وإرتباط الوحدات الأساسية مع إنفصال جزئ كناتج ثانوى مثل CO_2, H_2O.

رغم أن المواد البلاستيكية من مجموعة البتروكيماويات وهى مواد ملوثة للبيئة إلا أنه لايمكن الإستغناء عنها لمايلى:

١- قلة مخلفاتها مقارنة بمخلفات مواد التعبئة والتغليف الأخرى (¼ الوزن).

٢- قلة التكلفة (½ التكلفة).

٣- قلة تكلفة الطاقة المستخدمة فى تصنيعها (½ التكلفة)، وكذا قلة الطاقة المستخدمة فى نقلها، فحمولة سيارة من مياه معبأة فى عبوات زجاجية تكون ٥٧٪ مياه، ٤٣٪ زجاج، بينما فى حالة عبوات البلاستيك فهى ٩٣٪ مياه، ٧٪ عبوات. وهذا يؤدى فى نفس الوقت إلى وفرة الوقود المستخدم فى النقل وإنخفاض عوادم حرقه.

أنواع البلاستيكات:

يوجد أكثر من ثلاثين ألف (٣٠٠٠٠) نوع من البلاستيك، ويعود هذا العدد الكبير إلى إمكانية دمج بعض السلاسل الفردية للبلاستيك مع سلسلة بلاستيك أخرى للحصول على صفات تجمع مابين الصفات المرغوبة فى كلا النوعين، ويطلق على هذا الإندماج علمياً لفظ Copolymers. وعموماً يمكن تقسيم أنواع البلاستيك إلى مجموعتين أساسيتين.

المجموعة الأولى: البلاستيك الحرارى اللون Thermoplastics

ونحصل عليها بالبلمرة بطريقة الإضافة، وهذه البلاستيكات ذو السلاسل الطويلة وهو يمثل ⅔ البلاستيك فى العالم. ويكون عدد وحدات السلسلة عدة مئات. وعادة تصنع منه العبوات البلاستيكية للأغذية والتى تشمل: البولى أيثلين متعدد الكثافة Poly ethylene (PE)، البولى بروبلين Poly propline (PP)، البولى فنيل كلوريد Poly vinyl chloride (PVC)، بولى ستيرين Poly sterine (PS)، أكريلونتريل بيوتادين ستيرين (ABS). وإستيرين أكريلونيتريل (SAN). ومن أكثر بلاستيكات هذه المجموعة شيوعاً وإستخداماً:

- البولى إيثلين (PE) والبولى بروبلين (PP) والبولى ستيرين (PS)، البولى فنيل كلوريد (PVC).

- وهذه البلاستيكات تعتمد على الرابطة المزدوجة للإثيلين، وتتميز بسهولة تصنيعها وطراوتها النسبية وصفاتها الميكانيكية الضعيفة، ولها صفات عزل جيدة ضد الكهرباء وأيضاً ضد الرطوبة، ولكنها تقريباً خاملة كيماوياً. ولذا تستخدم فى الصناعات الكيماوية والطبية، ولايمكن إستخدامها فى أدوات غليان المياه ولكن ثباتها يكون عالياً على درجات الحرارة المنخفضة، كما يسهل لحامها حرارياً ولهذا لها إستخدامات كثيرة كأغشية فى التعبئة واللف (Packing wrap).

المجموعة الثانية: البلاستيك الحرارى الصلب أو الصلد Thermosetting

ونحصل عليه عادة بالبلمرة بطريقة التكثيف، ويتميز هذا النوع من البلاستيك بأن جزيئاته قصيرة ومجمعة bulking، إذ يكون عدد وحدات السلسلة فى المتوسط ١٠ – ٢٠ وحدة أحادية monomer ومن أمثلتها.

البولى أيثلين (PE) Poly ethylene

هو عديد الإيثلين أو البوليمر إيثلين، ويحضر من الإيثلين ($CH_2 = CH_2$) بالضغط والحرارة العاليتين ويحضر بطريقتين:

الأولى: لإنتاج بولى إيثلين مرتفع الكثافة (منخفض الضغط)

يحضر بحرارة ٦٠ – ١٦٠ م° تحت ضغط ٤٠ ض جـ فى وجود عامل مساعد (معدن قلوى)

خواص بولى إيثلين عالى الكثافة:

- عبوته أكثر صلابة.
- له خاصية حجز جيدة للرطوبة والشحوم.
- يتميز بالمتانة وخفة الوزن.
- يمكن تعقيمه بالبخار إذ أن نقطة تليين الفيلم أعلى من درجة غليان الماء.

يمكن إستخدامه فى إنتاج الزجاجات البلاستيكية والمستخدمة فى تعبئة المياه النقية، الخل، عصير الفاكهة المركزة، اللبن الطازج والمعقم. وفى هذه الحالة ينصح بتصنيع العبوات فى مصانع الألبان لضمان مواصفات الصحة العامة.

الثانية: لإنتاج بولى إيثلين منخفض الكثافة (مرتفع الضغط)

يحضر بتعريض الإيثلين لحرارة ١٥٠ - ٢٠٠ م° وتحت ضغط ٢٠٠ ض جـ في وجود آثار من غاز O_2. فتتكون أغشية منخفضة الكثافة.

خواص بولى إيثلين منخفض الكثافة:

- منخفض التكاليف.
- متوسط الشفافية.
- مانع جيد لمرور الرطوبة والأكسجين.
- له مقاومة شد معتدلة.
- منخفض فى تبلوره.
- عبوته أكثر ليونة.
- خامل كيماوياً.
- متين فى درجات الحرارة المنخفضة لذا يستخدم فى تغليف الغذاء المجمد وتغليف الفواكه والخضروات والمحاصيل وذلك لخصائص حجز الماء والرطوبة وقلة تكلفته.

ولكن نظراً لأنه لايعتبر حاجزاً جيداً للغازات لذا فنفاذيته غير كافية لإنتقال CO_2 , O_2 لذا تعمل بعض الثقوب الصغيرة فى الفيلم وهذه الثقوب كافية لمنع تراكم CO_2 كما تمنع تكثف الرطوبة على الفيلم من الداخل والتى قد تكون وسطاً ملائماً لنمو الكائنات الدقيقة والتعفن.

- نقطة تليين الفيلم أقل من غليان الماء لذا لايسهل تعقيمه بالبخار.

ملحوظة:

البولى إيثلين سواء منخفض الكثافة أو عالى الكثافة غير مناسب فى التعبئة العالية الحرارة كما فى صلصة الصويا التى تعبأ وتقفل على حرارة ١٩٠ ف°.

وعموماً فمستحضرات PE تعتبر أكثر البوليمرات إستخداماً - رخيص - شمعى الملمس - يمكن تحضيره بكثافات مختلفة وبزيادة الكثافة تزداد الصلابة والقوة وزيادة إنتقال الغازات ودرجة التليين (التشويه distortion point). تؤدى الجازولين والزيوت لتشققه - خشن فى الحرارة المنخفضة - مقاوم ممتاز للكيماويات - منفذ جيد للهواء

والغازات وقليل النفاذية لبخار الماء – عازل كهربائى جيد – يسهل تلوينه – عديم الطعم والرائحة – ينكمش بالحرارة – يسهل ثنيه بسهولة حتى – ١٠٠ ف°.

البولى بروبلين:

سهلة التصنيع، تتميز بالمرونة العالية وعدم تكسرها بالضغط – خشنة جداً – مقاومة للكيماويات – تعتبر مادة أساسية لإنتاج العديد من أنواع البلاستيك الأخرى اللدن بالحرارة – مانعة للماء – سهلة التشكيل – تستعمل كأغلفة للعديد من مواد العبوات الأخرى كالورق مثلاً – تقبل اللحام الحرارى بسهولة – خاملة مع منتجات اللبان المختلفة – ثابتة مع الإضافات الغذائية الآمنة.

التخلص من فوارغ عبوات التعبئة والتغليف ومخاطرها على البيئة (مشاكل فوارغ عبوات الغذاء)

يستهلك العالم من مواد التعبئة والتغليف حسب إحصائية المعهد الفرنسى للتعبئة والتفريغ عام ٢٠٠٠ حوالى:

٢٥٠ مليون طن: ورق كرتون (١٢٠ مليون طن) – زجاج (٤٠ مليون طن) – بلاستيك (٥٠ مليون طن) – معادن صفيح والمونيوم (٢٠ مليون طن) – خشب (٢٢ مليون طن).

وتعتبر عملية التخلص من هذه العبوات الفارغة من أهم مشكلات العصر، فرغم تعدد الحلول المقترحة لذلك فلهذه الحلول إيجابياتها وسلبياتها وتكلفتها العالية خاصة مع الكميات الهائلة من هذه الفوارغ والتى تتمثل فى تكلفة جمعها وفرزها إذا ما أريد أن تتم بصورة سليمة.

وبذا نرى أنه بجانب مالمواد التعبئة والتغليف من بعض المشاكل الصحية والحسية على ماتحويه من غذاء فللفوارغ مشاكل أخرى فى عملية التخلص منها.

ونشير فيما يلى لبعض وسائل التخلص من العبوات الفارغة والتى منها:

١- إعادة إستخدام العبوات الفارغة (إعادة تدويرها) Recycling.

أ- إعادة إسترجاع الزجاج Bottle recycling.

وتتميز هذه العملية بالتخلص من الزجاج الكسر، وخفض التكلفة نتيجة إستخدام الخامات الأولية مرة أخرى كذلك خفض إستهلاك الطاقة فكيلو الزجاج الكسر

يحتاج ٤٤٨ كيلو سعر بينما كيلو خلطة الزجاج المستخدم لأول مرة حوالى ٥٦٠ كيلو سعر. ولكن قد يواجه إعادة إسترجاع الزجاج صعوبات منها صعوبة تجميع الزجاج الكسر وصعوبة فصل كل لون على حدة مع وجود شوائب بالزجاج الكسر خاصة المواد المعدنية مما يؤثر على إستخدامه ليس هذا فحسب بل أن التركيب الكيماوى للزجاج قد يختلف عن التركيب الكيماوى للزجاج المستخدم لنفس الغرض.

ب- إعادة إسترجاع البلاستيك Plastic recycling

يصعب إسترجاعه (فهو من أكثر الفوارغ تلوثاً للبيئة) وذلك لتعاظم كمية مخلفاته وإختلاف أنواعها التى يصعب فصلها عن بعضها أو تشغيلها مجتمعة مع بعضها إذ أنه فى الحالة الأخيرة تعطى منتجات ضعيفة فى خواصها الميكانيكية محدودة الإستخدام.

ج- إعادة إسترجاع العبوات الورقية: Carton recycling

يصعب إسترجاعها إذ أن إسترجاعها يحتاج لطاقة أكثر من اللازمة لتصنيع نفس كمية الورق من جديد فتحتاج لحوالى ٢٠٠ كجم بترول لتصنيع طن واحد من الورق عن طريق إعادة الإستخدام، بينما تحتاج ⅓ كمية هذا البترول لتصنيع طن واحد من الورق الجديد.

٢- الحرق من أجل إعادة إستخدام الطاقة Incineration

رغم أن حرق فوارغ العبوات الورقية والخشبية تعطى طاقة حرارية (١٢٠٠ - ٢٢٠٠ كيلو سعر / كجم مخلفات ورقية) يمكن الإستفادة منها فى توليد الكهرباء وإستعمالات أخرى كإمداد الوحدات السكنية والأماكن العامة بالماء الساخن. إلا أن حرق هذه العبوات يؤدى إلى تلوث البيئة بما ينتج عنه من رماد وغازات وعدم وجود وسيلة مضمونة للتخلص من الرماد فهو يحتوى على كثير من المواد السامة والتى تتسرب إلى التربة والمياه الجوفية عند دفن هذا الرماد فيها، أما الغازات والكيماويات الناتجة عن حرق مواد التعبئة والتغليف فمنها غازات غير عضوية مثل الأكاسيد الكبريتية، النيتروجينية والأمونيا ومن الغازات العضوية أكاسيد الكربون والهيدروكربونات والألدهيدات كما ثبت تصاعد أبخرة غاز الفوسجين وحمض Hcl نتيجة لحرق PVC وبجانب الغازات العضوية وغير العضوية

حبيبات غير عضوية تتمثل فى أكاسيد معدنية مثل الألمونيوم والسيليكون والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد والصوديوم والماغنسيوم.

٣- التمثيل البيولوجي والضوئى Bio ñ and photo ñ degradation

وقد يكون لدفن عبوات الورق الفارغة وبعض أنواع البلاستيك فى التربة دور فى تحللها إلا أن هذا التحلل يحتاج لفترات طويلة دليل ذلك اوراق البردى التى دفنها الفراعنة فى الرمال يمكننا قراءتها اليوم إلا أن:

أ- أن هناك بعض المواد البلاستيكية يمكن لأشعة الشمس البنفسجية أن تحللها، ويمكن إضافة بعض المواد القابلة للتحلل بالضوء Dedgrading photo additives لإنتاج عبوات تتحلل ضوئياً.

ب- وجد أن إضافة نسبة من نشا الذرة إلى بعض أنواع البلاستيك ساعد فى إستنباط عبوات تتحلل بفعل الكائنات الدقيقة فى الجو Bio ñ degradation plastics.

ج- إستخدام عبوات قابلة للذوبان فى الماء كتلك التى تصنع من خامات أكسيد البولى إيثيل Poly ethyl oxide والبولى فنيل الكحول Poly phenyl alcohol وتستخدم كعبوات صغيرة (أكياس) لتعبئة مساحيق الصابون. ويوضح الجدول (٦٨) تأثير تواجد مواد التعبئة والتغليف على عمليات المعالجة والتخلص من المخلفات.

جدول (٦٨) مقارنة بين طرق معالجة مخلفات مواد التعبئة والتغليف

المعالجة	المادة			
	الورق	البلاستيك	الزجاج	المعدن
الإسترجاع	يسهل إسترجاع الورق آلياً أو يدوياً من المخلفات ويلزم إجراء بعض المعالجات قبل عملية الإسترجاع	لابد من فرز كل نوع على حدة لإعادة الإستخدام كنسبة من المواد الخام الأصلية بعد التقطيع والغسيل	يستخدم الزجاج المسترجع كبديل جزئى للمواد الخام فى عمليات تصنيع الزجاج	تستخدم المعادن المسترجعة فى عمليات التصنيع بعد المعالجة
المقلب المكشوف	ينتج عن الإحتراق غير الكامل تصاعد الأدخنة مما يسهم فى رفع درجة التلوث	يتسبب إحتراق البلاستيك فى تصاعد الغازات الملوثة للبيئة	يتسبب تركيز أشعة الشمس من خلال قطع الزجاج فى إشعال الحرائق بالمخلفات	لاتشتعل المعادن ولكنها تشغل حيزاً كبيراً فى الموقع

المعالجة	المادة			
	الورق	البلاستيك	الزجاج	المعدن
			المكشوفة مما يزيد من التأثيرات البيئية السيئة	
الردم الصحى	تحدث عمليات تخمر لاهوائى للورق، ويسهم فى توليد الغاز الحيوى الذى يستخدم كمصدر للطاقة وقد تسهم بعض مكونات الورق والأحبار فى زيادة الملوثات بالسوائل الناتجة بالمقالب العمومية	لا تحدث تقريباً عملية تخمر لمعظم مواد البلاستيك إنما تبقى دون تغير	لاتحدث تغيرات للزجاج عند الردم الصحى	تؤدى بعض التفاعلات الكيميائية مع المعادن إلى زيادة نسبة المواد الملوثة فى السوائل الناتجة بالمقالب العمومية
الكمر إنتاج سماد عضوى	يمكن أن يتعرض الورق لعمليات التخمر الهوائى (الكمر) مما يسهم فى زيادة كمية السماد الناتج من المخلفات العضوية	لاتحدث عمليات تخمر هوائى للبلاستيك الأمر الذى يتطلب فصلها قبل التخمر	لابد من فصل الزجاج قبل عمليات التخمر وإستكمال الفصل بعد التخمر إذا ما تطلب الأمر ذلك	لابد من فصل المعادن
الترميد / أو إسترجاع الطاقة	تقدر القيمة الحرارية للورق (بنسبة رطوبة ٢٥٪) بحوالى ١٣ ميجاجول لكل كجم، وقد يسهم عدم إكتمال الحرق فى زيادة نسبة الجزيئات المتصاعدة ويلزم لذلك معالجتها قبل إنطلاقها للحد من التلوث البيئى	تقدر القيمة الحرارية للبلاستيك بحوالى ٢٧ ميجا جول / كجم، ويتسبب إحتراق البلاستيك فى تصاعد غازات ملوثة تحتاج إلى معالجة خاصة	يبقى الزجاج فى الرماد المتخلف من الترميد الذى يتم التخلص منه بالدفن أو يستخدم بدرجة محدودة فى عمليات الرصف كمادة مالئة	من المفضل أن يتم فصل المعادن مغناطيسياً قبل عملية الترميد

الفصل الثامن عشر

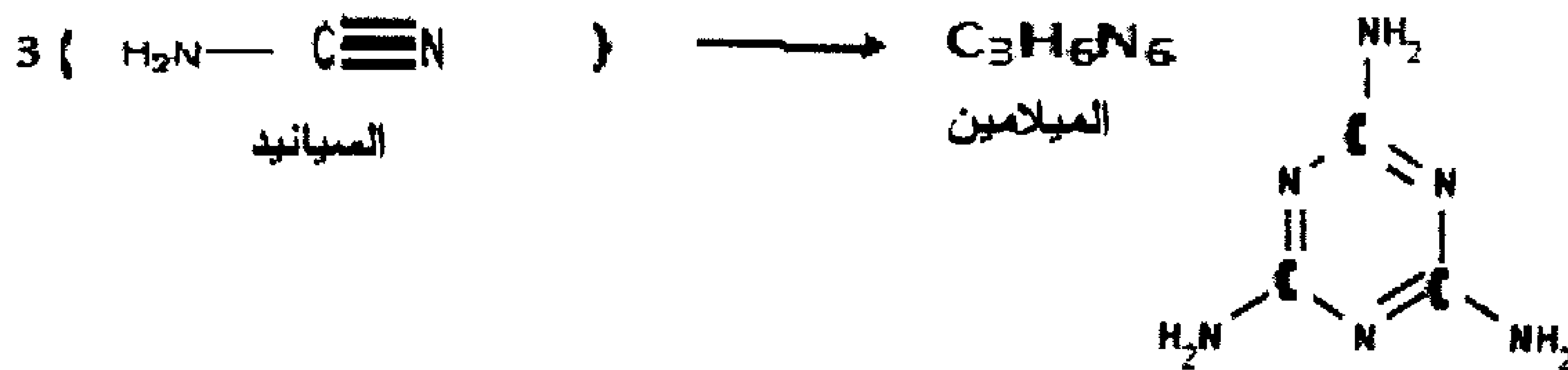
التلوث بالميلامين وبعض مشتقاته

مقدمة:

في سبتمبر سنة ٢٠٠٨ ظهرت ضجة تشير لحالات غش تقوم بها شركات الألبان الصينية وبعض الشركات العالمية الأخرى. حيث تضيف مادة الميلامين (وهى مادة كيميائية صناعية محظورة الإستخدام في الأطعمة) إلى مساحيق الألبان، لجني أرباح طائلة على حساب صحة وأرواح المستهلكين خاصة الأطفال الذين يتعاطون كميات كبيرة من هذه الألبان فهم أكثر عرضة للضرر. هذا ما دفعني إلى إلقاء الضوء على مادة الميلامين كملوث غذائي.

تركيب الميلامين:

الميلامين مادة عضوية تتكون من ٣ أجزاء من السيناميد trimer cynamide وكلمة ميلامين كلمة ألمانية تتكون من مقطعين: الأول Melam وهى أحد مشتقات تقطير ثيوسيانات الأمونيوم والمقطع الثاني هى Amine وللميلامين عدة اسماء كيماوية منها 2,4,6 triamine, 1, 3, 5 triazine, Cyanuro triamide, Cyanuro triamine, Cyanuramide



التركيب البنائي للميلامين

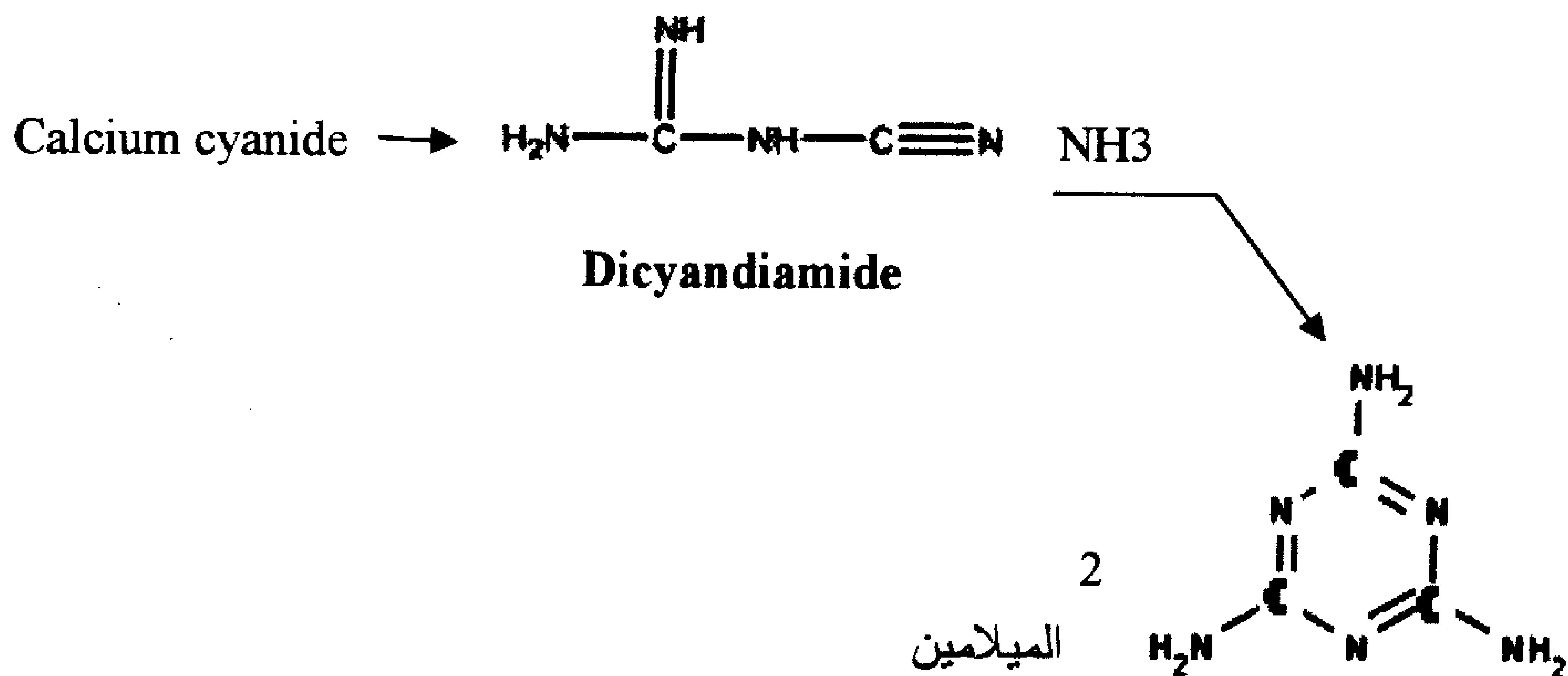
كما يطلق لفظ الميلامين ليشير إلى بلاستيك راتنج الميلامين Plastic melamine resine

ومن خواصه:

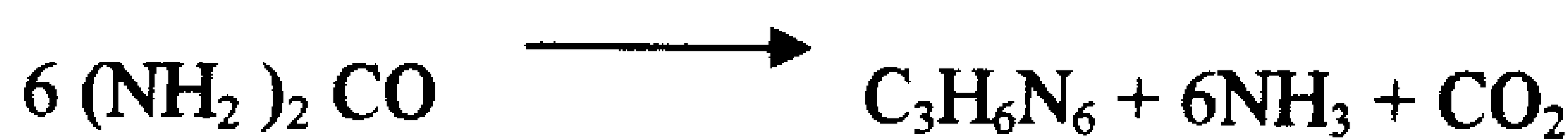
التركيب الجزيئ	الكتلة الجزيئية	المظهر	الكثافة	درجة الإنصهار	درجة الغليان	الذوبان فى الماء
$C_3H_6N_6$	١٢٦,١٢ جم/ مول	مادة صلبة بيضاء	١,٥٧٤ جم / سم^3	٣٥٠ م°	يتسامى	٣,١ جم / لتر على ٢٠ م°

تحضيره:

حضر لأول مرة عام ١٨٣٤ بتحويل سيانيد الكالسيوم إلى مركب ثنائى السيانيد ثنائى الأميد Dicyandiamide وتسخين ثنائى السيانيد ثنائى الميد فى أمونيا سائلة تحت ضغط على حرارة ٢٠٠ – ٣٠٠ م°.



ويحضر حالياً فى معظم المصانع من اليوريا



$$6\,(NH_2)_2CO \longrightarrow C_3H_6N_6 + 6NH_3 + CO_2$$

ويحدث التفاعل على خطوتين:

الأولى: تحلل اليوريا إلى حمض السيانيك Cyanic acid وأمونيا



$$6\,(NH_2)_2\,CO \longrightarrow 6HCNO + 6NH_3$$

والثانية: يحدث بلمرة لحمض السيانيك حيث يتحول إلى الميلامين وتكوين ثانى أكسيد الكربون



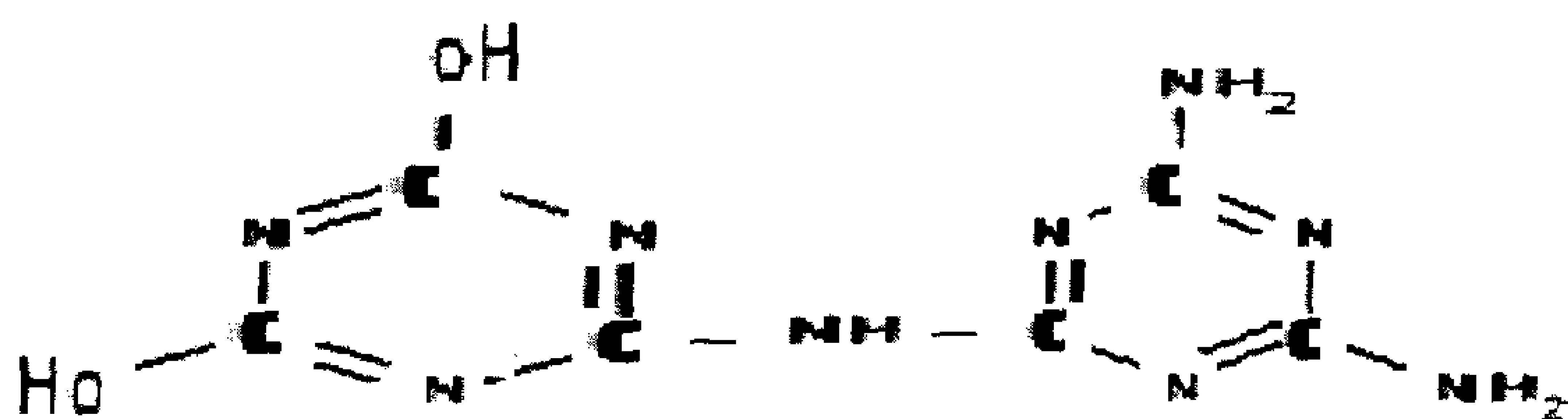
$$6HCNO \longrightarrow C_3H_6N_6 + 3CO_2$$

وينتج عن تبلور الميلامين وغسله كميات ملموسة من مياه الغسيل الملوثة بالميلامين والتى تلوث البيئة إذا صرفت إليها مباشرة، لذا يستحسن تركيز هذه المياه وذلك لسهولة التخلص منها ويلاحظ أن كل ١٠٠ لتر من مياه الغسيل تعطى ١,٥ – ٥ كجم من المادة الصلبة وهذه تحتوى حوالى ٧٠٪ ميلامين، ٢٣٪ Oxytriazines ومواد أخرى. والأمونيا الناتجة تدخل أساساً فى تحضير اليوريا.

الإنتاج:

تعتبر الصين هى المصدر للميلانين، وقد زاد إنتاجه فيها بعد إقامتها مصانع جديدة لإنتاج الأمونيا واليوريا من الفحم المغوز (المحول إلى غاز) Coal gasification وذلك مابين ١٩٩٠ وبداية ٢٠٠٠ وقد زاد إنتاجها من الميلامين زيادة توصف بالخطيرة Serious surplus عام ٢٠٠٦. وزاد إستهلاكه وإستخداماته المنزلية عام بعد عام بمعدل ١٠٪ سنوياً. ويعتبر مركب Melamine cyanurate من أهم صور الميلامين التى تنتجها الصين والملوث البروتينى المصدر Chinese protein export contamination حيث شاع إستخدامه كأحد المواد الخام فى أغذية الأطفال حيث يضاف إلى هذه الأغذية (غش) بقصد رفع محتواها من البروتين إذ يظهر الأغذية المغشوشة به بأنها أعلا فى محتواها البروتينى والمقدر ببعض الإختبارات السريعة فى صورة نيتروجين كلى.

ومركب Melamine cyanurate يتكون بإرتباط حمض السيانوريك Cyanuric acid مع الميلامين



Cyanuric acid Melamine
Melamine cyanurate

إستخدامات الميلامين :

صناعة راتنج الميلامين Melamine resin

١- ويتميز راتنج الميلامين بأنه متين مقاوم للحرارة. لذا يستخدم فى صناعة الفيش والصموغ ومقاومات اللهب والحرائق Countertaps إذ Flame or fire retardants ينطلق منه غاز النيتروجين عند الحرق ويحضر الراتنج بتفاعل الميلامين مع *الفورمالدهيد*.

٢- صناعة Melamine polysulfonate الذى يدخل فى صناعة أسمنت مقاوم High resistance cement يتشرب الماء، ويزيد من سيولة الأسمنت وعمله أثناء خلطه وتناوله. كما يعطى أسمنت قليل المسامية ذا قوة تحمل عالية مقاوماً للظروف البيئية القاسية لمدة طويلة Longe life time.

٣- صناعة بعض المبيدات فقد وجد أن مشتقات الميلامين مع الزرنيخ يعتبر مبيداً قوياً لبعض الطفيليات مثل داء المثقبات Typonosomiasis.

٤- صناعة صبغة Pigment yellow 150 وهى مادة ملونة تستخدم فى الأحبار inks والبلاستيكات. ويعتبر الميلامين أحد المكونات الرئيسية لهذه الصبغة.

٥- صناعة بعض الأدوات المنزلية Melawares المصنوعة من الميلامين وعبوات الأغذية، وتزيين المنازل. وتعتبر أطباق الميلامين من أخطر أنواع البلاستيك حيث أنها تتفاعل مع الأحماض والمواد الغذائية الساخنة. ونلاحظ تغيراً فى لون الأطباق مع القدم، وهذا يدل على تفاعل جزيئات ميلامين هذه الأطباق مع المادة الغذائية، مما يتسبب عنه العديد من الأمراض التى قد لاتظهر أعراضها إلا بعد سنوات.

٦- إستخدامه كسماد: حاول البعض فى خمسينات القرن الماضى وستيناته إستخدام الميلامين كسماد، نظراً لإرتفاع محتواه من النيتروجين (٦٦٪)، ولكن وجد أن تحلله فى التربة بطئ جداً مما يستحيل معه إستخدامه كسماد.

٧- إستخدامه فى تغذية الحيوانات: بإعتباره كمادة أزوتية غير بروتينية. وقد أثبتت الدراسات أنه غير مقبول كمصدر غير بروتينى للمجترات، نظراً لبطء وعدم إكتمال تحلله فى الكرش إذا ما قورن ذلك بمصادر نيتروجينية أخرى مثل اليوريا وكسب بذرة القطن.

٨- إستخدامه فى المنتجات الغذائية: قد يضيفه البعض. وهو أمر غير شرعى Illegal فى بعض المنتجات الغذائية كنوع من الغش لزيادة محتواها الظاهرى من البروتين.

مصادره فى الغذاء:

قد يضاف عمداً (نوع من الغش) فى علائق الحيوانات المدللة Pet والأسماك وحيوانات المزرعة، ومسحوق الألبان وفى إنتاج منتجات للإستهلاك الآدمى ليظهر هذه المنتجات بمحتوى عالٍ من البروتين ومما يشجع ذلك لونه الأبيض وعدم وجود رائحة له، وصعوبة الكشف عنه. فقد ذكرت منظمة الغذاء والأدوية FDA ٢٠٠٨ وجود حبيبات بيضاء من مادة الميلامين فى علائق الحيوانات الأليفة وذلك مع حبيبات جلوتين القمح المستورد من الصين وفى طعام السمك وحيوانات المزرعة.

كما قد يوجد الميلامين عرضاً كناتج تمثيلى فى جسم الحيوانات ومنتجاتها عند إعطائها عليقة ملوثة بمركب (مبيد) Cyromazine. كما قد يتحول هذا المبيد فى النبات إلى مادة الميلامين.

وفى أكتوبر ٢٠٠٨ أشير إلى وجود بيض ملوث بمادة الميلامين، وتصل نسبة الميلامين فيه إلى ضعف المعدل المسموح به. وعزى ذلك إلى تلوث العلف المعطى لهذه الطيور بهذه المادة.

ونظراً لأن راتنجات الميلامين تدخل فى مواد التغليف والتعبئة وأدوات المائدة فإن جزء / مليون قد وجد فى بعض الأغذية والمشروبات المعبأة فى هذه العبوات نتيجة هجرة الميلامين من العبوات المحتوية على الغذاء.

سمية الميلامين:

الميلامين ومشتقاته مواد ضارة بالإنسان. وتختلف درجة السمية LD_{50} تبعاً لنوعية المشتقات وطريقة إعطائها سواء عن طريق المعدة أو الإستنشاق كما يظهر من الجدول (٦٩).

جدول (٦٩) LD_{50} للفئران من مشتقات الميلامين (جم / كجم):

طريقة التعاطي	الميلامين ومشتقاته		
	الميلامين Melamine	حمض السيانوريك Cyanuric acid	سيانورات الميلامين Melamine cyanurate
داخل المعدة	٧,٧	٦	٤,١
الإستنشاق	٤,٣	٣,٤	٣,٥

ويتضح من ذلك ان الميلامين نفسة أقل ضرراً من مشتقاته إلا أن هذه المركبات ضارة عند إبتلاعها أو إستنشاقها أو إمتصاصها خلال الجلد فتسبب:

أ- **سميه حادة Acute**: عند إستنشاقها تتمثل في تهيج الجلد والعين والجهاز التنفسي، تقدر الجرعة Dermal D_{50} (الجرعة التي تسبب تهيج جلد ٥٠٪ من الحيوانات في الأرانب كانت أكثر من جم / كجم).

ب- **سميه مزمنه Chronic**: تتمثل في السرطان وعدم القدرة علي الإنجاب reproductive وفشل كلوى. فعند إمتصاص الميلامين وحمض السيانوريك في مجري الدم فإنها تتركز وتتفاعل في الانابيب البوليه الدقيقة renal microtubules مكونة مادة سيانورات الميلامين Melamine cyanurate التي تتبلور وتكون عدداً كبيراً من بللورات مستديرة صفراء (حصوات Stones) تسد وتتلف الخلايا البولية renal cells التي تبطن الأنابيب البولية مسببة أضراراً للكلى malfunction فهذه البللورات لا تذوب بسهولة وتطرد ببطء وقد لا تخرج مما يسبب تسمماً مزمناً قد يؤدي لسرطان المثانة. وفي السمية المزمنة يشعر المصاب بآلام وصعوبة في التبول، وإنتفاخ في الكلى، وإخيراً فشل الكلى مما قد يتطلب عملية الغسيل dialysis وإلا أدي ذلك الفشل الي الموت. وفي عملية الغسيل هذه dialysis أو blood washing يتم ترشيح دم المصاب بجهاز خاص وإعادة الدم الي الجسم

وتستغرق هذه العملية حوالي (٤) ساعات وتكرر كل ٣ أيام طول حياة المريض وتتطلب هذة العملية إدخال قسطرة في ذراع المريض Sub dialysis catheter.

التشريعات الخاصة بالميلامين ومشتقاته:

رغم أن الجرعة المسببة لتهيج الجلد والجهاز التنفسي في حيوانات التجارب هي ١ جم / كجم وأن LD_{50} لهذة الحيوانات من الميلامين هي ٣ جم / كجم. ورغم إرتفاع هذه الجرعات فإن ذلك لا يعطي مبرراً لتلوث الأغذية به. وإختلفت الدول والهيئات بالحدود المسموح بها من هذة المواد في الغذاء. فبعض الدول تحرم وجود أي آثار O.tolerance من هذه المواد في الغذاء وتري كثير من دول أوروبا إعدام المنتجات الغذائية التي تحتوي أكثر من ٢,٥ مجم / كجم غذاء وتبيح منظمة الاغذية والدواء ٢,٥ مجم / كجم غذاء كحد آمن للبالغين ويقل عن ذلك للأطفال. وتشترط هذة المنظمة أن يكون التلوث الحادث عرضيا وليس عمداً. أما خبراء التغذية فيرون أن هذه التشريعات قد تعطي إنطباعاً للمستهلك بالتغاضي عن التلوث بهذة المواد، لذا فهم يرون ضروره أن يكون الغذاء خالياً من أي آثار من الميلامين ومشتقاته.

الكشف عن الميلامين وحمض السيانوريك

حتي ٢٠٠٧ لم يكن الكشف عن الميلامين ومشتقاته في العلائق والأغذية عملية روتينية، وكان يكشف عنه فقط في البلاستيكات والمبيدات إعتقاداً بقلة سميته وزيادة تكلفه الكشف.

الجزء الرابع

مواد ضارة متنوعة

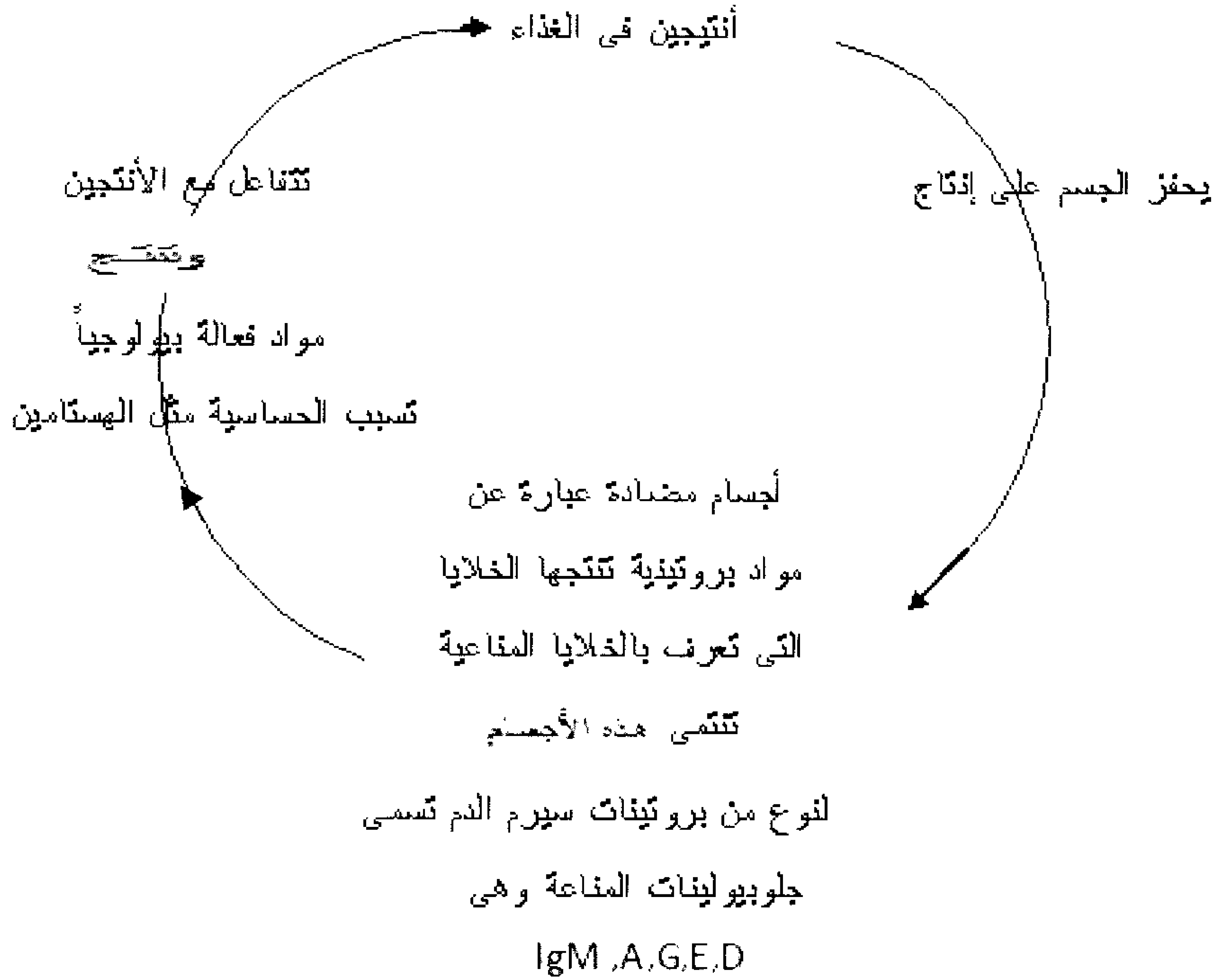
بجانب الملوثات العارضة السابقة قد تحتوى بعض الأغذية ومنها اللبن مكونـات طبيعية أو تتكون بها أثناء التصنيع تسبب أضرار صحية للإنسان كما قد تضاف للغذاء مواد بقصد إطالة مدة حفظه أو تحسين بعض خواصه وهذه المواد قد تكـون ضـارة بصحة الإنسان ونشير فيما يلى لأهم هذه المواد خاصة فى اللبن ومنتجاته .

الفصل التاسع عشر

مواد طبيعية باللبن تسبب متاعب صحية (حساسية) لبعض الأفراد

الحساسية Allergy :

هى كلمة عامة تصف مجموعة من الأمراض تحدث نتيجة تفاعل غير عـادى بجـسم الإنسان مع مادة غريبة عنه. فعند تعرض الإنسان لأى مادة غريبة (أنتيجين)، فإن هذه المادة تحفز الجسم إلى حدوث رد فعل مناعى (وقائى) وذلك بإنتـاج أجـسام مـضادة تتصدى لهذه المادة الغريبة بالتفاعل معها (المادة الغريبة) وإبطال مفعولها وينتج عـن هذا التفاعل مواد بيولوجية تسبب الحساسية.



وتنقسم المواد الغريبة التى يتعرض لها الجسم إلى:

أ- مسببات حساسية Allergens: وهى نوع من الأجسام الغريبة (دواء - غذاء - حبوب لقاح) غير ضارة لمعظم فئات البشر (عدا الحساسين لها) بمعنى أن أجسام بعض الأشخاص تستقبلها على أنها مادة خطيرة، بينما تتجاهلها أجسام أشخاص آخرين (غير الحساسين لها).

ب- مواد غريبة أخرى: وهى ضارة لكل البشر مثل البكتريا والفيرس.

ويقدر عدد الذين يعانون من أمراض الحساسية ١٠٪ من عدد سكان العالم نصفهم تقريباً (٥٪) يعانون من حساسية الغذاء وترتفع هذه النسبة عند الأطفال.

الحساسية الغذائية Food allergy (الحساسية المتولدة عن الغذاء)

عبارة عن تفاعل أحد مكونات الغذاء (أنتيجين أو أليرجين) مع جلوبيولينات المناعة (الأجسام المضادة) فى الجسم مع إفراز مواد فعالة بيولوجياً (مثل الهستامين) تؤدى إلى ظهور أعراض الحساسية.

تعريف الأنتيجينات Antigens (المستضدات أو مولدات المناعة Immunogens)

هى عبارة عن مواد عضوية كبيرة الوزن الجزيئ، معقدة التركيب، إما بروتينات أو معقد من الليبيدات والسكريات العديدة والبروتين أو الأحماض النووية. وتعتبر الأنتيجينات مواد غريبة عن الجسم تحفز الجسم عن طريق الحقن و/ أو الفم إلى إنتاج أجسام مضادة.

ويمكن تقسيم الأنتيجينات إلى:

أ- **أنتيجينات كاملة Complete antigen**: وهى المواد التى ينشأ عنها عند دخولها الجسم مباشرة الحث على إنتاج الأجسام المضادة، والتى لها القدرة على التفاعل معها سواء داخل الجسم أو خارجه. والأنتيجينات الكاملة تشمل البروتينات الغريبة والبكتريا ومشتقاتها. وهذا لايعنى أن كل البروتينات ذات خواص أنتيجينية فالجيلاتين مثلاً غير أنتيجينى إذ ينقصه بعض الأحماض الأمينية مثل التربتوفان والثيروسين التى تكسب البروتين خواص أنتيجينية.

ب- **أنتيجينات جزئية (ناقصة) Partial antigen أو غير كاملة Incomplete antigen:** وتعرف أحياناً بأسم Haptenes وهذه عند دخولها الجسم لاينتج عنها أجسام مضادة إلا إذا إرتبطت بمواد أخرى (بروتينات) ومن أمثلة هذه الأنتيجينات غير الكاملة بعض التوكسينات.

تعريف الأجسام المضادة Antibodies

هى جزيئات بروتينية موجودة بمصل الدم تنتجها الخلايا المناعية Immunity cells (أى الخلايا المولدة للأجسام المضادة) ولهذه الأجسام المضادة القدرة على الإرتباط بالأنتيجين عن طريق مجموعة من مراكز التفاعل حيث تدمص أحدهما على سطح الأخرى، ولكل أنتيجين جسم مضاد خاص به وتتكون الأجسام المضادة إستجابة لدخول الأنتيجينات إلى الجسم كدخول الجراثيم أو أى جسم غريب. ويمكن إنتاج الأجسام المضادة صناعياً بحقن حيوانات التجارب بالأنتيجينات. ويلاحظ أن معظم الأنتيجينات عند دخولها الجسم فإنها نحفز الجهاز المناعى (كرات الدم البيضاء - العقد الليمفاوية - نخاع العظام - الطحال) على إنتاج الأجسام المضادة وهى بروتينات تنتمى إلى

بروتينات سيرم المصل وتسمى جلوبيولين Globulin، ولذا تعرف الأجسام المضادة بأسم جلوبيولينات المناعة Immunoglobulins ويتولد فى المصل خمسة أنوع وتوجد الأنواع الخمسة فى جميع الأفراد العاديين لكن بكميات مختلفة. كما تختلف هذه الجلوبيولينات عن بعضها فى تركيبها وعملها (جدول ٧٠).

جدول (٧٠) جلوبيولينات المناعة وبعض خواصها

الجلوبيولين / الخواص	IgG	IgM	IgA	IgD	IgE
نسبة من المجموع	٧٠٪	٦٪	١٠٪	١٪	٠,٠٠٢٪
وزن الجزيئ (دالتون)	١٥٠ ألف	٩٠٠ ألف	١٦٠ ألف	١٨٠ ألف	١٨٥ ألف
بعض الخواص		أكبرها حجماً	توجد ايضاً فى إفرازات الجسم دموع – لعاب– بول – سرسوب	ينظم تكوين جلوبيولينات المناعة الأخرى	يسبب الحساسية عند إتحاده بالأنتيجين

ميكانيكية حدوث الحساسية الغذائية :

١- عند تناول الغذاء (الأنتيجين) فإنه يتعرض لأنزيمات الجهاز الهضمى ويحدث تحلل للأنتيجين قبل الوصول إلى الغشاء المخاطى للأمعاء.

٢- فى حالة حدوث أى خلل فى عملية الهضم أو عدم كفاءة الإنزيمات الهاضمة فإن الغذاء (الأنتيجين) يتجه إلى الغشاء المخاطى الذى يمتلك جهازاً مناعياً يحجز هذه المواد (الأنتيجين) ويمنع وصولها إلى الدم.

٣- فى حالة ضعف الجهاز المناعى وزيادة نفاذية الغشاء المخاطى يصل الأنتيجين إلى الدم والأنسجة، ويبدأ الجسم فى إنتاج الأجسام المضادة التى تتفاعل مع الجين وينتهى مفعوله.

٤- وبتكرار نفس الغذاء (الأنتيجين) يبدأ الجسم فى تكوين الأجسام المضادة المناسبة للشفرة المخزنة لديه، ويحدث التفاعل بين الأنتيجين (الغذاء) والجسم المضاد وتظهر أعراض الحساسية.

الغذاء (الأنتيجين) ← **أنزيمات الجهاز الهضمى** ← **يتحلل الأنتيجين (الغذاء) قبل الوصول إلى الغشاء المخاطى للأمعاء**

↓

عند وجود خلل فى الهضم

يصل الأنتيجين إلى الغشاء المخاطى ← **يمتلك الغشاء المخاطي** ← **جهازاً مناعياً يحجز الأنتيجين ويمنع وصوله للدم**

↓

عند ضعف الجهاز المناعى

يصل الأنتيجين إلى الدم والأنسجة ← ويبدأ الجسم فى إنتاج أجسام مضادة تتفاعل مع الأنتيجين وينتهى مفعوله ولكن بتكرار نفس الغذاء يبدأ الجسم فى تكوين الأجسام المضادة المناسبة للشفرة المخزنة لديه ويحدث التفاعل بين الأنتيجين (الغذاء) والجسم المضاد وتظهر أعراض الحساسية.

أعراض الحساسية الغذائية:

للحساسية الغذائية أعراض متعددة وتظهر فى مناطق مختلفة من الجسم. ويعتبر الجلد والقناة التنفسية خاصة إلتهاب الأغشية المخاطية من الأعراض الشائعة الحدوث فى الحساسية الغذائية، وخصوصاً عند الأطفال. وقليلاً ما تتأثر القناة الهضمية، ونادراً ما يصاب الجهاز البولى والتناسلى أو الجهاز الدورى. ومن النادر أن تحدث الوفاة بسبب الحساسية المتولدة عن الغذاء.

أنواع الحساسية الغذائية:

يمكن تقسيم الحساسية الغذائية إلى:

من حيث سرعة حدوثها

- حساسية مبكرة
Early hypersensitivity
- حساسية متأخرة
Delayed hypersensitivity

من حيث إستجابة جهاز المناعة لها

- إستجابة مناعية Immunological response وتسمى حساسية غذائية حقيقية True food allergy
- إستجابة غير مناعية Non Immunological response وتسمى حساسية غذائية غير حقيقية

أنواع الحساسية الغذائية من حيث سرعة حدوثها

	حساسية مبكرة	حساسية متأخرة
وقت ظهورها	تظهر بعد تناول كميات قليلة من الغذاء (سمك) وذلك بعد عدة دقائق: ساعات وتستمر لفترة قصيرة.	تظهر بعد تناول كميا كبيرة من الغذاء (لبن) بعد ساعات على الأقل٢٤ ساعة: عدة أيام وتستمر الأعراض عدة أيام.
سببها وإنتاج	إتحاد IgE مع الأليرجين (الأنتيجين) وإنتاج هستامين وسبروتونين تسبب ظهور الأعراض. إذ يقوم الهستامين بالعمل على إنقباض عضلات الشعب الهوائية ويسبب ضيقها وفى نفس الوقت يقوم بتوسيع الأوعية الدموية مما يؤدى إلى خفض ضغط الدم وكذلك يعمل على زيادة الإفرازات المخاطية.	إتحاد خلايا لمف T (T- cell) (وليس البروتين المناعى IgE) والتى تعمل كأجسام مضادة مع الأليرجين (الأنتيجين) وهو هنا عبارة عن مركبات خلوية من الليبيدات والليبوبروتين) ويحدث تحلل للخلايا الحساسة مع إفراز مادة الليمفوكين الذائبة Lymphokine.
أعراضها	قئ – إسهال – عطس – سعال – رشح – إلتهابات جلدية وتزول بعد زوال السبب.	متنوعة يمكن أن تحدث فى كل أجزاء الجسم: دوخة – قئ – إسهال – آلام فى البطن – اورام مائية فى الفم والحنجرة – أرتكاريا – إكزيما الجلد.
التعرف عليها	سهل بإختبارات الحساسية على الجلد وعادة مايصاحبها إرتفاع فى كمية الأجسام المضادة بالدم.	صعب لايمكن عن طريق إختبارات حساسية الجلد – لاتسبب زيادة فى معدل الأجسام المضادة فى الدم عند ظهور الأعراض عن المعدل الطبيعى.

تقسيم الحساسية الغذائية من حيث إستجابة الجهاز المناعى

إستجابة مناعية **Immunological response** **وتسمى حساسية غذائية حقيقية** **True food allergy**	**إستجابة غير مناعية** **Non Immunological response** **وتسمى حساسية غذائية غير حقيقية**
وتحدث بتفاعل المواد المولدة للحساسية والموجودة بالغذاء (غالباً بروتينات) مع الأجسام المضادة IgE (جلوبيولينات المناعة IgE).	وهى تحدث دون تدخل الجهاز المناعى أى دون IgE أى دون تفاعل مكونات الغذاء مع الأجسام المضادة

إستجابة مناعية Immunological response وتسمى حساسية غذائية حقيقية True food allergy	إستجابة غير مناعية Non Immunological response وتسمى حساسية غذائية غير حقيقية
وتتميز البروتينات المولدة للحساسية الحقيقية بأنها عبارة عن مواد جليكوبروتينية Glycoproteins ذائبة فى الماء. وزنها الجزيئ ١٠ آلاف: ٧٠ ألف، مقاومة لعمليات الهضم لذا يصعب تغير خواصها الأنتيجينية. كما أنها تحتفظ بقدرتها على توليد الحساسية خلال تفاعلات تصنيع الأغذية ومنها فى اللبن بروتنيات اللبن (الكازين وبروتينات الشرش)	والأغذية المسببة لها أغذية غير بروتينية. وتحدث الحساسية منها (الأعراض) نتيجة خلل فى تمثيل هذه الأغذية أو عدم تحمل الجسم لهذه الأغذية Food intolerance. مثل عدم تحمل بعض الأشخاص لللاكتوز Lactose intolerance لعدم أو قلة نشاط إنزيم اللاكتينيز لديهم.

مما سبق يتضح أن اللبن البقرى مخلوط معقد يحتوى مواد مولدة للحساسية الحقيقية وغير الحقيقية لدى بعض الأفراد. الأولى (الحقيقية): ويمثلها بروتينات اللبن، والثانية (غير الحقيقية): ويمثلها عدم تحمل اللاكتوز.

الحساسية لبروتينات اللبن (الحساسية الحقيقية)

قد أظهرت الدراسات أن الصفات المميزة للبروتينات المولدة للحساسية فى الأغذية غير واضحة بدرجة كافية ولكن معظمها عبارة عن مواد جليكوبروتينية Glycoproteins ذائبة فى الماء، ذات وزن جزيئ ١٠,٠٠٠ – ٧٠,٠٠٠ دالتون، مقاومة للحرارة والحموضة وعمليات الهضم، وغالباً ما تحتفظ بقدرتها على توليد الحساسية خلال معاملات التصنيع الغذائى المختلفة إذ من الصعب تغيير خواصها الأنتيجينية.

ومن المعروف أن بروتينات اللبن الرئيسية تشمل الكازينات (α، β) وبروتينات الشرش (β لاكتوجلوبيولين، α لاكتألبيومين). وقد أظهرت الدراسات أن العديد من المواد المولدة للحساسية من اللبن البقرى لدى بعض الأفراد توجد فى كل من الكازين وبروتينات الشرش خاصة β – lactoglobulin كما أن ألبيومين السيرم وجلوبيولينات المناعة من المواد المولدة للحساسية لبعض الأفراد من هذا اللبن.

طرق تقليل الحساسية المتولدة عند بعض الأفراد من بروتينات اللبن:

من المعاملات التى يمكن إستخدامها فى اللبن لتقليل أو تثبيط المواد المولدة للحساسية:

١- إستخدام اللبن غير المجنس بدلاً من اللبن المجنس. فقد لوحظ أن اللبن المجنس أكثر قدرة على توليد الحساسية عن اللبن غير المجنس.

٢- إستخدام الزيوت النباتية بدلاً من دهن اللبن فى تصنيع الجبن لإنتاج منتجات شبيهة بالجبن ذات قدرة ضعيفة فى توليد الحساسية.

٣- إستخدام راشح Premeate اللبن البقرى الناتج من الترشيح الفائق Ultra filteration (uf) فى منتجات الألبان لهؤلاء المرضى، فهذا الراشح يكون خالياً تقريباً من بروتين ودهن اللبن، مع تدعيم الراشح ببروتينات ودهون ذات قدرة ضعيفة على توليد الحساسية Hyoallergenic ليعطى الحد الأدنى من الإحتياجات الغذائية اليومية من اللبن.

٤- التحلل الإنزيمى لبروتينات اللبن: إذ يؤدى هذا التحلل إلى إتلاف البناء الأنتيجينى لجزيئات البروتين، نتيجة تكسير سلسلة الببتيدات العديدة عند مواقع معينة. ويستخدم لذلك عادة مجموعة من الإنزيمات Endoprotease كتلك الموجودة فى القناة الهضمية للإنسان مثل الببسين والتربسين والكيموتربسين خاصة الكيموتربسين. إذ تقوم هذه الإنزيمات بتحطيم بروتينات اللبن إلى ببتيدات ذات وزن جزيئ أقل من ٥٠٠٠ دالتون تقلل بدرجة كبيرة من الحساسية.

فقد وجد أن القدرة الأنتيجينية لكل من α ñ lactalbumin, β ñ lactoglobulin تنخفض حوالى الثلث خلال الساعة الأولى من التحلل.

٥- المعاملة الحرارية: يؤدى تغيير طبيعة البروتين بالمعاملة الحرارية إلى الإتلاف الكامل للقدرة الأنتيجينية، فقد وجد أن المعاملة الحرارية فى عمليات التصنيع الغذائى تتلف القدرة الأنتيجينية لكل من ألبيومين السيرم وجلوبيولينات المناعة، ولكنها غير كافية لإتلاف القدرة الأنتيجينية بالنسبة للكازين وكل من ألفا لاكتألبيومين وبيتا لاكتوجلوبيولين، فقد وجد أن الكازينات يمكنها أن تحتفظ بقدرتها على توليد الحساسية بالتسخين إلى ١٢٠ م° / ١٥ د أما ألفا لاكتألبيومين وبيتا لاكتوجلوبيولين فتحتفظ بهذه القدرة حتى بالتسخين إلى ١٠٠ م°.

٦- التأثير المشترك للمعاملة الحرارية والتحلل الأنزيمى لبروتينات اللبن. ويلاحظ أنه قد يؤخذ على التحلل الإنزيمى عدم إستساغة طعم الناتج (مرارة وطعم غير مرغوب) لذا يجب تجنب زيادة التحلل أكثر من اللازم بقصد إتلاف المواد المسببة للحساسية، ويمكن أن يتحقق ذلك بتعديل النظام الإنزيمى بإستخدام إنزيمات محمولة Immobolized enzymes مع إزالة المواد المولدة للحساسية بالترشيح الفائق (uf) وقد يؤخذ على المعاملة الحرارية خفض القيمة الغذائية لتكوين مركب مابين اللاكتوز والليسين، كما أنه قد يصعب إسترجاع (إعادة ذوبان) الشرش فى الأغذية التى يكون فيها الشرش مكوناً أساسياً. وعموماً يفضل فى المعاملة الحرارية التسخين لحرارة عالية UHT عن التسخين لحرارة أقل لفترة طويلة.

٧- إستخدام التبادل الأيونى الكروماتوجرافى: فقد أمكن بهذه الطريقة إستخلاص البيتاجلوبيولين البروتين الأساسى المولد للحساسية.

٨- التعديل الكيماوى للبيتا لاكتوجلوبيولين: عن طريق إرتباطه بمستويات من حمض الإستياريك (٦,٥ مول من حمض الأستياريك لكل مول من الليسين الموجود فى البيتا لاكتوجلوبين) فقد أدت المعاملة إلى خفض قدرة هذا البروتين على توليد الحساسية.

٩- زيادة تركيز الكالسيوم: فقد أمكن بإستخدام التأثير المشترك للمعاملة الحرارية ودرجات مختلفة من pH وتركيزات مختلفة من الكالسيوم خفض قدرة بروتينات الشرش على توليد الحساسية إلى ٠,١٪ من القيمة الأولية.

١٠-التخمر فيساعد على خفض الحساسية تجاه البروتينات نظراً لهدمه جزئياً.

عدم تحمل اللاكتوز (الحساسية غير الحقيقية) Lactose intolerance

اللاكتوز (سكر اللبن) سكر ثنائى من الجلوكوز والجالاكتوز. وهو السكر الرئيسى الموجود طبيعياً باللبن والمنتجات اللبنية. يوضح الجدول (٧١) محتوى بعض منتجات الألبان من اللاكتوز.

جدول (٧١) محتوى بعض منتجات الألبان من اللاكتوز

المنتج	٪ اللاكتوز	المنتج	٪ اللاكتوز	المنتج	٪ اللاكتوز
لبن كامل	٤,٨	لبن مكثف محلى	١٦	جبن موزيريللا	٠,٣٦ – ٣,٦
لبن ٢% دهن	٥	لبن منخفض اللاكتوز	١,٢	جبن مطبوخ مبستر	٢
لبن ١% دهن	٥,٢	لبن ماعز	٤,٦	جبن كوتاج	١,٥
لبن فرز	٥,٣	لبن أسيدوفلس (فرز)	٤,٥	ريكوتا	٠,٥ – ١,٥
لبن شيكولاته	٤,٨	يوغورت	١,٨ – ٤,٥	أيس كريم	٤
لبن خض	٤,٩	جبن تشدر	١,٦ – ٢,٤	قشدة	٣,٥
لبن مبخر	١١	جبن سويسرى	٠,٤ – ٢		

تمثيل اللاكتوز وظاهرة عدم تحمل اللاكتوز Lactose metabolism and intolerance

يتحلل اللاكتوز فى الأمعاء الدقيقة بفعل إنزيم اللاكتيز (Lactase) β ñ glactosidase والذى يفرز من الأغشية المخاطية المبطنة لهذه الأمعاء إلى سكر ياته الأحادية جلوكوز وجالاكتوز والتى تمتص فى الأمعاء الدقيقة لتكون مصدرا للطاقة.

ولكن فى بعض الحالات يتصف بعض الأفراد بعدم تحمل اللاكتوز Lactose intolerance نتيجة لغياب أو نقص إفراز الإنزيم المسئول عن تحلل اللاكتوز β ñ glactosidase وفى هذه الحالة يبقى اللاكتوز فى الأمعاء الدقيقة دون تحلل أو إمتصاص، وينتقل ١٪ من اللاكتوز المتبقى بواسطة الإنتشار السلبى إلى مجرى الدم ويفرز فى البول، والمتبقى فى اللفائفى يسبب تأثيراً إسموزياً يؤدى إلى إنتقال الماء والصوديوم إلى تجويف الأمعاء، وينتقل اللاكتوز غير المهضوم إلى الأمعاء الغليظة حيث يتخمر ٦٥ – ١٠٠٪ منه بفعل بكتريا القولون إلى غازات (أيدروجين وثانى أكسيد الكربون والميثان) وأحماض عضوية قصيرة السلسلة يمتص بعضها لمجرى الدم ويفرز فى البول كما يفرز بعضها فى البراز (براز حمضى) وتؤدى هذه التخمرات إلى أعراض معوية تتمثل فى القئ والتقلصات والغثيان والإنتفاخ والإسهال.

ونتيجة لعدم تحمل اللاكتوز سوف يتجنب الفرد تعاطى الألبان مما يؤدى لقلة إمتصاص الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور والماغنسيوم وفيتامين B_2, D مما يتبعه لين عظام، إرتفاع ضغط الدم وسرطان القولون.

ويبلغ عدد الأفراد الذين ليس لديهم القدرة على تحمل اللاكتوز بحوالى ٧٠٪ من السكان السود، ١٠٪ من السكان البيض وهذا يدل على أن الخلفية العنصرية Racial والعرقية Ethenic تؤثر على إنتشار حالات سوء هضم اللاكتوز.

وفى الحالات الطبيعية فإن ٧٠٪ من الإنزيم يظهر فى المراحل المتأخرة من تكوين الجنين (٣٥ – ٣٨ أسبوع من الحمل) ورغم أن نشاط الإنزيم يصل لأقصاه بعد الولادة مباشرة فإن جميع الأطفال فى الأشهر الأولى ليس لديهم القدرة على تحلل لاكتوز لبن الأم بصورة كاملة، وبعد الفطام (٣ – ٥ سنوات) ينخفض مستوى الإنزيم.

أنواع نقص اللاكتيز Lactase deficiency

يوجد نوعان من نقص اللاكتيز أحدهما أولى Primary أو خلقى Congental والثانى ثانوى Secondary.

أ- نقص اللاكتيز الأولى (الخلقى) Primary Lactase deficiency

وهو حالة مستديمة نادرة الحدوث يرجع لعوامل وراثية، حيث لايوجد اللاكتيز بصورة محسوسة منذ الولادة. أو يحدث إنخفاض فى نشاط اللاكتيز فى الطفولة المبكرة وعلى فترات متباينة بعد الفطام ولايحدث تحسن فى هذه الحالة خلال فترة الحياه، ورغم إختفاء اللاكتيز فإن مستوى إنزيمات السكريات الثنائية الأخرى تكون طبيعية كما أن الأمعاء الدقيقة تكون طبيعية تشريحياً (هستولوجياً). وقد يحتاج الشخص لنظام غذائى خالٍ من اللاكتوز طول فترة حياته أو إتباع إستراتيجية غذائية ملائمة قد تحتوى أغذية لبنية أحياناً.

ب- نقص اللاكتيز الثانوى Secondary Lactase deficiency

وهو حالة مؤقته تحدث عند أى عمر نتيجة الحساسية لبروتين اللبن أحياناً أو نتيجة نقص البروتين والطاقة كما هو الحال فى مرض كواشيوركور وغالباً مايحدث نتيجة عوامل بيئية تضر بالأغشية المخاطية كالإسهال والإصابة ببعض الطفيليات

(مثل الإسكارس) والجراحة المعوية، والمعاملة بالإشعاع وكثرة بعض الأدوية مثل الإسبرين والمضادات الحيوية ومضادات الإلتهابات كل هذه عوامل تساعد على تخمر اللاكتوز فى الأمعاء. ويحتاج الشخص إلى الحد أو إستبعاد الأغذية المحتوية على لاكتوز ويكون ذلك مؤقتاً مع تناول منتجات لاكتوز متحلل Lactose hydrolyzed products.

إختبارات عدم تحمل اللاكتوز Lactose intolerance tests

من طرق تشخيص عدم تحمل اللاكتوز:

طرق مباشرة:

وتتمثل فى تقدير نشاط اللاكتيز مباشرة فى الأمعاء الدقيقة وذلك بأخذ عينة من نسيج الأمعاء. ورغم أن هذه الطريقة تفيد عند الأشخاص الذين يعانون من نقص اللاكتيز الأولى. إلا أنه يعيبها عدم دقتها وإحتياجها لوقت طويل، وقد تكون الإصابة فى مساحة صغيرة فقط من الأمعاء وهى التى تسحب منها العينة.

طرق غير مباشرة:

أ- ومنها إستبعاد اللاكتوز (منتجات الألبان) من الغذاء ولكن يعيب هذه الطريقة ماقد يتعرض له الشخص من سوء تغذية.

ب- تقدير حموضة البراز ومحتوياته من السكريات المختزلة، ويحتاج الإختبار إلى وجود اللاكتوز فى الغذاء وتوفير عينات براز حديثة.

ج- تقدير الإرتفاع فى جلوكوز الدم بعد تعاطى جرعة معينة من اللاكتوز (٥٠ جم)، وسحب عينة من الدم قبل تناول اللاكتوز ثم على فترات ٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ د. والأساس فى هذه الطريقة هو أن هضم اللاكتوز فى الأمعاء ينشأ عنه جلوكوز حر يمتص بسرعة فيرفع نسبة الجلوكوز فى الدم، والذى يسهل قياس مقداره فى الدم الوريدى. فالأشخاص ضعاف هضم اللاكتوز Maldigesters يظهر فى دمهم كمية من الجلوكوز الحر تقل عن ٢٠ مجم / ١٠٠ مل (دليل عدم وفرة إنزيم اللاكتيز) وبمعنى أخر لا يرتفع جلوكوز الدم عن ٢٠ مجم / ١٠٠ مل عن المستوى القاعدى (قبل تناول اللاكتوز).

د- إختبار الهيدروجين فى هواء الزفير: Breath hydrogen test وهو من أكثر الطرق شيوعاً نظراً لسهولته وإقتصادياته وإمكانية إجرائه على الأطفال والبالغين، كما أن نتائجه ترتبط بدرجة جيدة بنشاط اللاكتيز فى الأغشية المخاطية المبطنة للأمعاء. والأساس فى هذه الطريقة هو أن اللاكتوز الذى لايهضم فى الأمعاء الدقيقة (لنقص إنزيم اللاكتيز) بعد تعاطى جرعة معينة من اللاكتوز، فإن هذا اللاكتوز ينتقل إلى القولون حيث بكتريا التخمر فتخمره وينتج عن التخمر غازات منها غاز الأيدروجين، وينتقل الأيدروجين بطريق الإنتشار إلى مجرى الدم ويخرج مع هواء الزفير، ويقاس حجم الأيدروجين الناتج على فترات ثابتة، ويستخدم عادة جرعة ٥٠ جم لاكتوز للوقوف على ما إذا كان الشخص Lactose Maldigester فهى جرعة كافية. وهذه الجرعة تمثل تقريباً اللاكتوز الموجود فى لتر من اللبن. ويعطى اللاكتوز إما ذائباً فى الماء أو تعطى كمية من اللبن بها هذه الكمية من اللاكتوز، ويكون إعطاء الجرعة بعد ليلة من الصيام للتخلص من بقايا الكربوهيدرات التى توجد بالقولون. وقبل تناول المحلول السكرى تؤخذ عينة من هواء الزفير (كونترول) ثم تؤخذ عينات من هواء الزفير كل ٣٠ د لمدة ٣ – ٥ ساعات، تجمع العينات فى أنابيب إختبار ويتم تقدير الأيدروجين فى هواء الزفير بواسطة الكروماتوجراف الغازى GC، حدوث إرتفاع فى الأيدروجين بمقدار ١٠ – ٢٠ جزء فى المليون عن الكونترول يدل على تخمر الكربوهيدرات غير الممتصة ويكون الإختبار موجباً ودليلاً على سوء هضم اللاكتوز.

وفى هذا الإختبار يجب تجنب تعاطى المضادات الحيوية فهذا يؤدى إلى تثبيط ميكروبات الأمعاء الغليظة التى تقوم بتخمر اللاكتوز مما يؤدى إلى نتائج سلبية كاذبة. كما يجب تجنب التدخين قبل الإختبار فهذا يزيد بسرعة من إنتاج الأيدروجين ممايؤدى إلى نتيجة موجبة كاذبة.

إستراتيجيات غذائية لحالات عدم تحمل اللاكتوز

١- يتحسن هضم اللاكتوز المستهلك فى صورة لبن كامل عن المستهلك فى صورة لبن فرز أو ماء وقد يرجع ذلك إلى أن الدهن يعمل على بطء تفريغ المعدة، كما أن لبن الشيكولاته أفضل من اللبن العادى وقد يرجع ذلك إلى وجود السكر

والكاكاو اللذين يغيران من معدل إنتقال الغذاء فيبطء من تفريغ المعدة ويقال أن الكاكاو يزيد من نشاط اللاكتيز ويقلل من أعداد البكتريا المنتجة للغازات. ومايقال عن الكاكاو يقال عن الأغذية الصلبة الأخرى التى يمكن أن تضاف إلى اللبن مثل Corn flakes والموز.

٢- تناول منتجات لبنية منخفضة اللاكتوز مثل الجبن واللبن الناتج من UF (المحتجز) وكذلك الألبان المتخمرة ويرجع إنخفاض اللاكتوز بالجبن إلى الفقد الحادث منه فى الشرش وتخمر الجزء الباقى منه أثناء تسوية الجبن. كما ان فى الألبان المتخمرة يحدث لها هدم ذاتى فى الأمعاء بإنزيم β ñ glactosidase الذى تنتجه بكتريا *Str. Thermophilus, L. bulgaricus* فى اليوغورت كما أن اليوغورت ينظم حموضة المعدة بما فيه من كازين ولاكتات وفوسفات الكالسيوم مما يسمح للميكروبات ونشاط الإنزيم β ñ glactosidase بالوصول والعمل فى الإثنى عشر. فقد وجد أن القدرة التنظيمية لليوغورت تعادل ثلاثة اضعاف اللبن الكامل (لما به من جوامد لبن مضافة) وهذه القدرة التنظيمية تحمى الخلايا الميكروبية التى تفرز β ñ glactosidase من التحلل بحموضة وإنزيمات المعدة.

ملحوظة:

(أ) فى تخمر اليوغورت ينخفض الـــ pH إلى ٤,٥ ويتلف إنزيم β ñ glactosidase على أقل من pH ٣.

(ب) بسترة اليوغورت يؤدى إلى فقد قدرته على تحلل اللاكتوز فى الأمعاء. ولايوجد أى دليل يوضح ان إضافة الفاكهة أو المواد المحلية والمكسبة للطعم قد تقلل من نشاط β ñ glactosidase فى اليوغورت المطعم.

(ج) فى لبن الأسيدوفلس Acidophilus milk تشير معظم الأبحاث إلى أن ميكروب *L. acidophilus* أقل قدرة على تحلل اللاكتوز من ميكروبات اليوغورت، ويفسر ذلك أن إنزيم β ñ glactosidase بميكروب *L. acidophilus* إنزيم داخلىIntracellular enzyme لاينطلق إلا بعد تمزق الخلايا، كما ان بعض سلالاته غير حساسة للصفراء التى تصب فى الأثنى عشر. وهذا كله يقلل من توافر β ñ glactosidase وقد يؤدى تمزيق الخلايا بموجات صوتية Sonication أو إستخدام سلالات حساسة للصفراء إلى إنطلاق الإنزيم من هذه الخلايا.

١- إستخدام إنزيم β ñ glactosidase حيث يعامل به اللبن أثناء تعبئته أو عند إستهلاكه بالمنزل ويفضل ألا تزيد المدة بين إضافته إلى اللبن وإستهلاكه عن ٢٤ ساعة. ولكن قد يؤخذ على تحلل اللاكتوز فى اللبن بإستخدام إنزيم β ñ glactosidase زيادة التكلفة، كما أن السكريات الأحادية (جلوكوز، جالاكتوز) المنطلقة من تحلل اللاكتوز أكثر حلاوة من اللاكتوز، مما قد يغير من طعم اللبن.

٢- أرى أنه سيأتى اليوم عن طريق الهندسة الوراثية الذى نحصل فيه علي حيوانات تنتج لبنا منخفض اللاكتوز وذلك إما عن طريق:

أ- إدخال جين في الغدة اللبنية يساعد علي إفراز إنزيم β ñ glactosidase يقوم بتحليل اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز. إلا أن تكون هذه السكريات الأحادية سوف ترفع من الضغط الإسموزى فى تجويف الحويصلة اللبنية، وبالتالى تسحب كمية كبيرة من الماء مما يؤدى لتخفيف تركيز مكونات اللبن الأخرى.

ب- الحذف الجزئى أو الكامل للجين المسئول عن تكوين α ñ lactalbumin إذ أن هذا البروتين يحفز تخليق اللاكتوز لدخول هذا البروتين فى تركيب الأنزيم الخاص بذلك Lactose synthetase complex والمسئول عن تخليق اللاكتوز.

الفرق بين أعراض الحساسية لبروتين اللبن وعدم تحمل اللاكتوز

١- ينشأ عن الحالتين أعراض معوية (تقلصات – إنتفاخ – غثيان – قئ – إسهال).

٢- فى الحساسية لبروتين اللبن يظهر بجانب الأعراض المعوية السابقة أعراض إصابة للقناة التنفسية مثل إلتهاب الأغشية المخاطية فى الأنف وكذا إلتهاب الجلد. كما تحدث الحساسية ببروتين اللبن فى الأشهر الأولى فى الأطفال الذين يرضعون صناعياً، ونادراً ماتحدث فى مرحلة المراهقة أى أنهم يفقدون هذه الحساسية بتقدم العمر (عمر ٢ – ٣ سنوات) نتيجة إكتمال جهازهم الهضمى والمناعى.

٣- فى عدم تحمل اللاكتوز تزداد الأعراض بتقدم العمر وقد تبدأ فى الظهور فى سن ٢ – ٣ سنوات.

الفصل العشرون

بعض المواد الضارة التى قد تتكون فى اللبن ومنتجاته أثناء العمليات التصنيعية والتخزين

تشمل هذه المواد:

١- بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن اللاكتوز أثناء العمليات التصنيعية والتخزين.

٢- بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن دهن اللبن أثناء تصنيعه وتخزينه.

٣- بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن زيادة التحلل البروتينى للجبن.

أولاً : بعض المواد الضارة التى تنتج عن اللاكتوز أثناء العمليات التصنيعية والتخزين.

تشارك كربوهيدرات الغذاء فى كثير من التفاعلات التى تحدث أثناء تصنيع وتخزين الغذاء. وتنقسم هذه التفاعلات إلى تفاعلات إنزيمية وأخرى غير إنزيمية. ومن أهم التفاعلات غير إنزيمية تفاعل ميلارد Millard reaction وتفاعلات الكرملة Carmelization وتكوين مادة الأكريلاميد Acrylamide.

أ- تفاعلات ميلارد Millard reaction

يحدث هذا التفاعل أثناء تعرض المادة الغذائية للحرارة العالية أو التخزين الطويل فى الحرارة العادية دون تدخل الإنزيمات، ويؤدى هذا التفاعل إلى ظهور اللون البنى أو الأسمر الخفيف Browning فى الغذاء ومن أمثلة تلك الأغذية: العصائر والشوربة المعلبة واللحوم والدجاج والسمك واللبن والمواد المجففة، كما يحدث عند تحميص الخبز والفول السودانى والبطاطس.

ويحدث هذا التفاعل نتيجة إتحاد حمض أمينى مع سكر مختزل يحتوى مجموعة كربونيل:

H
| |
(ألدهيد ñ C ñ OH أو كيتون ñ C = O)، وقد يوجد الحمض الأمينى فى الغذاء فى صورة حرة أو كجزء من البروتين. ووجود السكر المختزل أمر ضرورى لحدوث هذا التفاعل، فإذا سخن البروتين النقى وحده دون وجود السكريات المختزلة فإن اللون البنى يكون باهتاً بالنسبة للون الذى يحدث فى وجود السكريات، فاللون فى الحالة الثانية يعادل قدر اللون فى الحالة الأولى ١٢ مرة.

ويعتبر اللبن ومنتجاته مواد حساسة لفعل المعاملات الحرارية نظراً لأنها غنية بالمجموعات الفعالة: مجموعة الألدهيد فى اللاكتوز ومجموعة NH_2 فى الليسين ($E-NH_2$) ومجموعة Indolyl فى التربتوفان، الأيميازول Imidazole فى الهستدين، الجوانيدين Guanidine فى الأرجنين، مجموعة amino ñ α فى البروتينات والأحماض الأمينية الحرة.

ومن أهم مركبات اللبن التى لها اهمية فى حدوث هذا التفاعل اللاكتوز والكازين. أما بروتينات السيرم وأملاح الفوسفات فلهما تأثير ضعيف فى ذلك. وأهم الأحماض الأمينية الموجودة بالكازين والتى تلعب دوراً كبيراً فى هذه التفاعلات هى الليسين ($E-NH_2$) والأرجنين (Guanidine) والهستدين (Imidazole) ويعتبر Lysine اهمها، أما الحمضان الأخران فتأثيرهما ثانوى. ويتم التفاعل بين مجموعة الألدهيد فى الجلوكوز أو الجلاكتوز الناتج عن تحلل اللاكتوز بالحرارة وبين مجموعة الأمين (-E) فى الليسين وتسمى هذه التفاعلات تفاعل ميلارد.

ويتم تفاعل ميلارد فى ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى:

فيها يتحلل اللاكتوز بالحرارة إلى سكرياته الأحادية (جلوكوز + جالاكتوز) والتى ترتبط بدورها مع مركب أمينى (حمض أمينى – بروتين) مع فقد جزئ ماء ليتكون أمين فى صورة Schiff base وهو مكون ذو سلسلة مفتوحة يتحول إلى مركب حلقى مقابل Glycosylamine أو Galactosylamine.

المرحلة الثانية:

يحدث إعادة ترتيب غير عكسى للجليكوسيدامين المتكون بتفاعل Amadori reaction ليتكون مركبات تشمل


3- Deoxy ñ D ñ glucose & 1- amino ñ 1- D - Fractose

المرحلة الثالثة:

يحدث تحلل للمركبات اتلسابقة لتعطى نواتج تختلف بإختلاف درجة الـــ pH التى يحدث عليها التحلل

أ- على pH منخفضة: يتكون مركبات حلقية اهمها Furfurals , Hydroxy furfurals

ب- على pH مرتفعة: يتكون مركبات منها


Diacetyl , Hydroxy diacetyl , Acelyl furan , Ö

يحدث للمكونات السابقة عملية بلمرة Polymerization لتعطى صبغات سمراء اللون Brown pigments تسمى Melanoidin.

لاكتوز ← جلوكوز + جالاكتوز

↓ **ترتبط مع مركب أمينى (حمض- بروتين) مع فقد جزئ ماء**

أمين فى صورة Schiff base وهو مكون ذو سلسلة مفتوحة يتحول إلى مركب حلقى

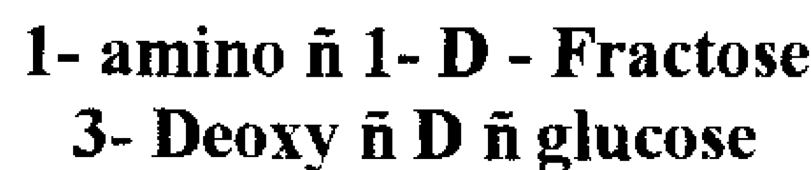
Glycosylamine

↓ **يحدث له**

Amadori reaction

وهو عبارة عن إعادة ترتيب غير عكسى للـــ Glycosylamine

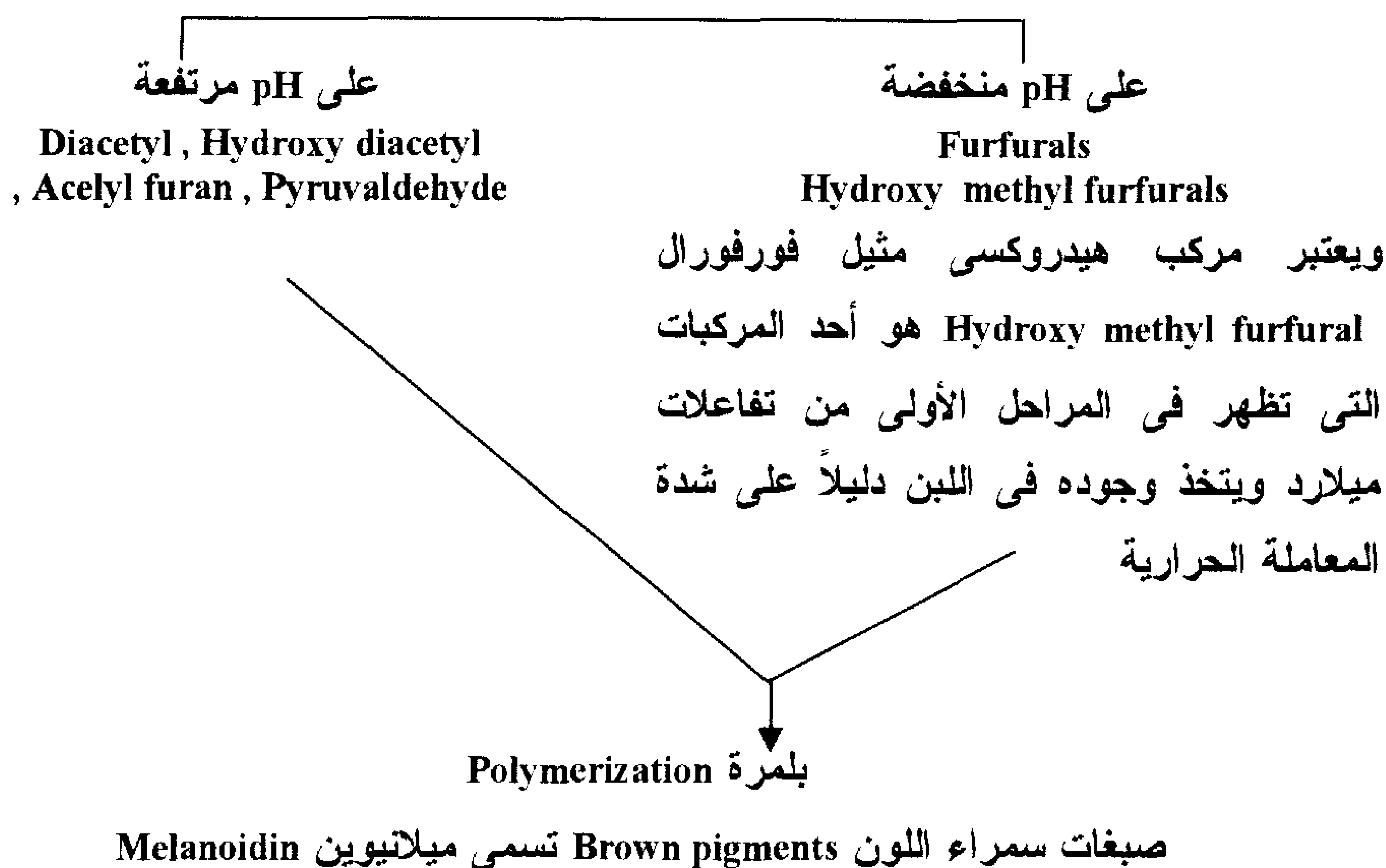
↓ **مركبات تشمل**


1- amino ñ 1- D - Fractose

3- Deoxy ñ D ñ glucose

↓ **تحلل وهدم**

↓



ويوضح الجدول (٧٢) التركيب البنائى للمركبات السابقة

جدول (٧٢) التركيب البنائى للمركبات السابقة

CH_2OH O CH_2OH O H OH جالاكتوز جلوكوز α lactose اللاكتوز	CH_2OH C O H H C H OH H C OH OH C C OH H OH glucose الجلوكوز
CH_2OH HO O H H OH H H OH H OH الجالاكتوز	$R_1 - \underset{H}{C} = N - R_2$ R_1 بقايا الجلوكوز (بإعتباره سكر ألدهيدى) R_2 بقايا حمض امينى

glycosylamine (2- amino ñ 2 - deoxy ñ D- glucose)	(1- amino ñ 1 - deoxy ñ D- Frutose)
3 ñ deoxy ñ D- glucose	furfural فورفورال
Diacetyl (2,3 butanedione)	5-HydroxyMethylFurfural
Acetyl furan	Pyruraldehyde
Hydroxy diacetyl	

نواتج تفاعل ميلارد:

أ- الميلانيدين Melanoidin: ويتكون نتيجة بلمرة بعض المواد المتكونة الناتجة عن تفاعل ميلارد وتعطى اللون الأسمر. ومن أهم العوامل التى تؤثر على تكوين هذا اللون فى الألبان المعاملة بالحرارة العالية (UHT – ألبان مكثفة – محلاة).

١- شدة المعاملة الحرارية (طردى).

٢- تركيز المواد الصلبة الكلية (لاكتوز – كازين) طردى.

٣- pH طردى زيادة الـ pH من ٥,٧ – ٧,٥.

٤- درجة حرارة التخزين ومدته: (طرى). وقد وجد أن اللون لايحدث له تغيير بالتخزين على ٤ م° بينما يحدث له تغيير سريع بالتخزين على ٤٠ م°.

٥- وجود الأكسجين (طردى): إذ أن الأكسجين يتلف مجاميع السلفيدريل (SH-) التى تنفرد نتيجة تأثير الحرارة على بروتينات الشرش والتى لها تأثير مثبط لحدوث التغير فى اللون. وعليه فإن إزالة O_2 من اللبن يساعد فعل هذه المجاميع ويؤخر من تغير اللون.

٦- إضافة مركبات.

i- مواد تسرع من التغير فى اللون: السكريات المختزلة (جلوكوز – لاكتوز).

ii- مواد تثبط من التغير فى اللون:

- السكريات غير المختزلة
- Sodium bisulfate: داى سلفيت الصوديوم فعلها مثل مجموعات السلفيدريل (SH -).
- فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2: يؤكسد مجموعة الألدهيد فيمنعها من الإشتراك فى التفاعل.
- الفورمالدهيد بتركيز منخفض ٥٠ جزء فى المليون: إذ يتحد مع مجموعة الأمين فى الحمض الأمينى فيمنعها من الإشتراك فى التفاعل.

ورغم أن تفاعل اللون البنى يمكن تجنبه بإستخدام المواد الكيماوية المثبطة السابقة إلا أنه يفضل التحكم فى هذا اللون بتقليل شدة المعاملة وتقليل حرارة ومدة التخزين.

ب- مواد بسيطة مثل:

Dicarbonyls, Glyoxal, Methyl glyoxal, Heterocyclics

ج- روابط عرضية بين الأحماض الأمينية فى السلسلة الجانبية للبروتين.

الجوانب الإيجابية والسلبية لنواتج تفاعل ميلارد:

أ- الجوانب الإيجابية لتفاعل ميلارد:

١- إنتاج صفات مرغوبة فى بعض الأغاذية من حيث النكهة واللون مثال ذلك الكسوة المصنوعة من لبن الشيكولاته Milk chocolate crumb والتى توضع على أصابع الأيس كريم. فهذه الكسوة تصنع من مخلوط من اللبن والشيكولاته به جوامد ٩٠ - ٩٤٪ وpH ٥,٥ - ٨ والتسخين ٧٢ - ٧٧ م° / ٤ - ٨ ساعات وهذه كلها ظروف مثلى لتكوين Millard browning.

٢- لبعض نواتج تفاعل ميلارد تأثير مضاد للأكسدة مثل مركبات الكربونيل والميلانيدين المرتفعة الوزن الجزيئ. وهذه الصفات تكون أكثر وضوحاً فى نواتج التفاعلات فى الأنظمة المحتوية على D- xylose, D ñ glucose مع الهستدين - الليسين - الأرجنين - السستئين. وعليه نجد أن بعض الأغذية المعاملة بالحرارة مثل اللبن المعامل بالحرارة العالية والحبوب الغذائية واللحوم تكون مقاومة للأكسدة.

٣- لبعض نواتج تفاعل ميلارد نشاط مضاد للسرطان Anticarcinogenic نتيجة إتلاف الأكسجين المنشط Reactive الذى يسهم فى عملية السرطنة.

وكثير من النتائج المتحصل عليها والمتعلقة بتفاعل ميلارد تؤيد أن نواتج هذا التفاعل لها تأثيرات Antimutagenic مثبطة للطفرات ومثبطة لتشوهات الكروموسومات Anticlastogenic effect.

ب- الجوانب السلبية لتفاعل ميلارد:

١- تدهور القيمة الغذائية: وذلك نتيجة إتلاف بعض الأحماض الأمينية الأساسية مثل الليسين الذى يتفاعل مع السكر تفاعل غير عكسى ليكون

ε. deoxy ñ lactulosyl lysine ويتكون هذا المركب فى مراحل متأخرة من مراحل تفاعل ميلارد وبذلك يصبح الحمض الأمينى ليسين غير متاح

بيولوجياً للإنسان، ويختلف المفقود من الليسين بإختلاف شدة الحرارة. نوع الناتج اللبنى فهى حوالى:

١ – ٢٪ فى اللبن المبستر، ١ – ٤٪ فى اللبن المعقم، ٥٪ فى اللبن المغلى، ٢٠٪ فى اللبن المكثف، صفر: ٣٪ فى اللبن المجفف بالرذاذ، ٢٠ – ٧٠٪ فى لبن مجفف بالإسطوانات، ٢٥٪ فى لبن مجفف من لبن سبق معاملته بإنزيم اللاكتيز.

٢- إنخفاض قابلية البروتينات للهضم مما يقلل من القيمة الغذائية لها إذ أن الروابط العرضية المتكونة بين الأحماض الأمينية فى السلسلة الجانبية للبروتين تقلل من قدرة البروتين على التحلل بالإنزيمات.

٣- إنتاج مواد سامة ضارة بالكلى وأخرى مثبطة للنمو.

٤- إنتاج مواد مطفرة Mutagenic: فقد وجد أن قليلاً من النواتج البسيطة التى تتكون أثناء تفاعل ميلارد مثل Dicarbonyls, Glyoxal, Methyl glyoxal, Diacetyl تعرف بأنها مواد مطفرة Mutagenes ولكن تأثيرها ضعيف وأقل من تأثير الأمينات الحلقية المختلطة Heterocyclic amines. إذ أن للإنزيمات الميكروسومية Microsomal enzymes بالكبد وإنزيم الكتاليز لها القدرة على إبطال التأثير الطفرى لهذه المكونات على العكس من الأمينات الحلقية المختلطة Heterocyclic amines والتى يتم تنشيطها بهذه الإنزيمات.

ورغم ذلك فقد وجد أن بعض نظم ميلارد Millard model system

D- glucose / Cysteamine; L. Rhamnose / NH_3; Maltole / NH_3; Starch / Glycine; Lactose / Casein; Diacetyl / NH_3

أعطت نواتج مطفرة Mutagens وذلك بإختبارها ببكتريا *Salmonella typhimurium* وهذا مما قد يفسر إمكانية تحول بعض مركبات ميلارد داخل الأمعاء إلى مركبات نيتروز – ON تتفاعل مع بعض مركبات الأمين لتعطى أمين مطفر هو نيتروز أمين Nitrose amine يسبب تلفاً لـ DNA والكروموسومات.

ب- تفاعلات الكرملة Caramely ation

ينتج عن تسخين السكريات فى صورتها الصلبة على درجات حرارة أعلى من ١٢٠ م° مجموعة من المواد تعرف بمنتجات الكرملة Caramelyzation producte ويحدث هذا عامة تحت ظروف معينة من الأحماض والقلويات أو أملاح الأمونيوم. وتتميز منتجات الكرملة بأطعمة مختلفة كما تختلف فى شدة ألوانها. وهى تستخدم كمواد مضافة ملونة فى الأغذية. وقد أوضحت الدراسات أن هناك بعض المركبات تتكون فى الكرامل تصل إلى عدة مئات من المليجرامات وأن لهذه المركبات تأثيرات سامة على المدى البعيد.

ج- تكوين مادة الأكريلاميد

ينتج عن تعرض المواد النشوية مثل الخبز والبسكويت والكيك وغيرها لحرارة عالية تكوين لون بنى داكن نتيجة تكوين مركبات الكربونيل ومواد أخرى، وقد ثبت أن هذه المركبات تحدث تثبيطاً للنمو، كما تسبب عقماً وتسبب تلف الكبد فى حيوانات التجارب، كما تعزى بعض أنواع الحساسية لهذه المركبات.

وقد أثير فى الفترة الأخيرة موضوع وجود مادة الأكريلاميد المسرطنة لحيوانات التجاراب فى المقليات والمخبوزات مثل رقائق البطاطس والبسكويت ورقائق الخبز ... ألخ بمستويات عالية وأريد أن أوضح هنا:

١- أن مادة الأكريلاميد تتكون نتيجة تفاعل الجلوكوز مع الحمض الأمينى أسبارجين، وأن إستخدام أفران الميكروويف فى طهى الأغذية النشوية يزيد من مستويات الأكريلاميد فى هذه الأغذية.

٢- أن الأبحاث التى تشير لتواجد الأكريلاميد بتركيزات عالية فى الأغذية الغنية بالنشويات، والتى تسبب السرطان فى الإنسان أبحاث غير كافية.

٣- أن متوسط ما يتناوله الشخص البالغ من الأكريلاميد من كافة المصادر الغذائية حوالى ٧٠ µg / كجم وزن الجسم، وهى اقل بكثير من الجرعة التى تسبب تدمير الأعصاب فى حيوانات التجارب.

٤- أن كثيرا من الدراسات تشير لعدم وجود علاقة بين السرطان فى الإنسان وتناوله مواد محتوية على الأكريلاميد، حيث وجد أن مرضى السرطان لم يتناولوا مستويات من الأكريلاميد فى غذائهم أعلى من الأصحاء.

٥- يوصى خبراء الأغذية إلى إجراء المزيد من الدراسات حول:

أ- كيفية تكوين الأكريلاميد أثناء طهى الطعام.

ب- تقدير تركيز الأكريلاميد فى الأغذية النشوية وغير النشوية.

ج- مدى علاقة الأكريلاميد بمعدل إنتشار مرض السرطان فى الإنسان.

وأعتقد أن تفاعلات الكرملة، وتكوين مادة الأكريلاميد من التفاعلات قليلة الحدوث فى اللبن ومنتجاته.

ثانياً : بعض المواد الضارة التى تنتج عن دهن اللبن أثناء تصنيعه وتخزينه

تعتبر عمليات الأكسدة والتزنخ من أكثر العمليات التى تحدث لدهن اللبن أثناء تصنيعه وتخزينه. وعملية الأكسدة إما أن تكون أكسدة إنزيمية أو معدنية (معادن ثقيلة) أو ذاتية (بفعل O_2 الجوى) أو ضوئية (O نشط). ومن نواتج الأكسدة:

١- مركبات عديدة منها البيروكسيدات - الألدهيدات - الكيتونات - أصول حرة ومن مخاطرها الصحية:

أ- السمية: فهى سامة عند التركيزات العالية وتتمثل السمية فى

(١) تليف (موت) الخلايا الليمفاوية.

(٢) إتلاف الطحال وغدة Thymus الثيمية.

(٣) إتلاف بعض الإنزيمات.

(٤) موت خلايا الدم البيضاء (إنخفاض عددها).

(٥) أكسدة الفوسفوليبيدات الموجودة فى أغشية الخلايا.

(٦) للأصول الحرة المتكونة آثار مسرطنة.

(٧) تكوين رواسب غير ذائبة مع البروتينات على جدر الشرايين، وفى الأنسجة العصبية وتزيد هذه الرواسب مع تقدم العمر.

ب–تعتبر مضادات تغذوية تتمثل فى:

(١) تتلف الأحماض الدهنية الضرورية ولهذا تأثير غير مرغوب على ليبيدات الدم (فى الجرعات الزائدة).

(٢) تتفاعل الأصول الحرة مع مجموعات الأمين والأحماض الكبريتية فى البروتين فتكون روابط عرضية مما يقلل من قابلية هذه البروتينات للهضم.

(٣) قابلية الدهون المؤكسدة للهضم أقل من مثيلتها الأصلية، خاصة البوليمرات التى قد لاتهضم او تهضم بدرجة ضعيفة.

(٤) من الألدهيدات المتكونة مركب مالون داى ألدهيد Malondialdehyde OHC - CH_2 ñ CHO فهو مركب غير ثابت ويميل للبلمرة. كما أنه مادة سامة ومطفرة إذ تتفاعل مع إنزيم Ribonuclease الريبونيوكليز مكونة بوليمر يفقد الإنزيم نشاطه ويمنع الحمض النووى من التكاثر.

(٥) تتلف الفيتامينات خاصة الذائبة فى الدهون.

(٦) كما أن أكاسيد الكوليسترول لها صفات المواد المطفرة وتكون نواتج غير ذائبة مع بروتينات البلازما تكون أشد خطراً من الكوليسترول نفسه.

٢– تكوين مشابهات الأحماض الدهنية Trans ومن المخاطر الصحية لهذه المشابهات

(١) تتلف الأحماض الدهنية الضرورية.

(٢) تساعد الإصابة بأمراض شرايين القلب عند تناولها بكميات كبيرة إذ تغير من مستوى ليبوبروتينات البلازما فترفع من مستوى LDL (الضار) ويخفض من مستوى HDL (النافع).

ومن أهم الظروف التى تحدث فيها هذه التغيرات المتعلقة بالدهن هى القلى فى الزيت ثم تبريده فى الهواء وإعادة إستعماله فى القلى وتكرار ذلك. وهناك نظريتان ن هذا الزيت:

الأولى:

أنه لاضرر مطفر (سرطانى) من إعادة إستعمال الزيت فى القلى ويعلل ذلك بأن أبخرة الماء (من الغذاء) تتطاير وتحمل فيها المواد المتطايرة والتى تكونت أثناء

القلى السابق فتتخلص بذلك من الأكاسيد وألدهيدات، الكيتونات والتى قد تكون ضارة بالصحة، كما تتخلص من الأحماض الدهنية منخفضة الوزن الجزيئ.

الثانية:

تحذر من إعادة تكرار إستعمال الزيت فى القلى وحجتهم فى ذلك أن هذا الزيت يتكون به فضلاً عن المواد منخفضة الوزن الجزيئ مواد أخرى عالية الوزن الجزيئ نتيجة البلمرة، وهذه البوليمرات لاتزول بإعادة عملية القلى. تكون هى السبب فى الضرر الصحى لهذا الزيت (مطفر). فعند حقن الدجاج بالأكاسيد (النواتج) الناتجة عن إعادة تسخين الزيت أدى إلى تغيرات وأعراض خطيرة مثل إضطرابات المخ وإحتقان الشعيرات الدموية، ورعشة وبطء الحركة خلال ١ – ٢ ساعات من الحقن كما وجد أن البوليمرات الناتجة عن تسخين الدهن لحرارة عالية مع تعرضه لأكسجين الجو مدة طويلة أدت إلى آثار ضارة بالفئران.

ويفضل أن نوضح هنا:

١- لم يكن لدهن اللبن الذى عومل على ٢٠٠ م° لمدة ٢٤ ساعة تأثير ضار على حيوانات التجارب بعكس الزيوت الأخرى.

٢- إستعمال الزيوت فى عمليات القلى العادية وبعيداً عن المغالاة فى تسخينها ليس له آثار أو أضرار صحية وأن تطبيقات القلى فى المنازل لاتشكل خطورة لأنها تستخدم الزيت لفترات قصيرة.

٣- من النادر أن توجد ليبيدات مؤكسدة فى الأغذية بالمستوى الذى يكون له تأثير واضح على صحة الإنسان، إلا أن التناول المستمر لكميات صغيرة قد يسهم فى ذلك.

٤- ينصح بوجوب تغيير الزيت عندما تتغير صفاته الطبيعية مثل تغير لونه للبنى أو زيادة لزوجته أو وجود رغوة على السطح أو تكون أدخنة عند التسخين أو روائح تزنخ أو نكهة غير مرغوبة.

٥- فى حالة الرغبة فى إستخدام الزيت فى الطهى لأكثر من مرة يجب مراعاة نوع الطعام ففى حالة قلى السمك أو اللحوم يفضل إستبدال الزيت، أما فى حالة البطاطس أو الطعمية فيمكن إستخدامه لأكثر من مرة بشرط إزالة بقايا الطعام وحفظ الزيت بطريقة سليمة (جيدة) وإستخدامه فى أقرب وقت ممكن.

٦- طرق القلى للأطعمة الشعبية مثل الطعمية والبطاطس والباذنجان وغيرها فى الهواء الطلق وإستعمال مقلاة غير مناسبة مع عدم تغيير الزيت يؤدى إلى تحلل الزيت وتكوين مواد ضارة بالصحة.

٧- لزيت الزيتون فوائد صحية بشرط تناوله بصورة طازجة مع السلطات إذ تتلاشى هذه الفوائد عند معاملة هذا الزيت بالحرارة.

٨- من الصعب إزالة نواتج أكسدة الليبيدات من الدهون والزيوت المؤكسدة سواء نتيجة المعاملة الحرارية أو التخزين لأن ذلك يحتاج لمعاملات تكنولوجية معقدة تتمثل فى الإستخلاص والتجزئة وهذه يصعب تنفيذها على المستوى الصناعى، ولكن يمكن إتباع بعض طرق الوقاية لحماية الليبيدات من الأكسدة أثناء العمليات التكنولوجية منها:

(١) عند تخزين مثل هذه الأغذية الدهنية: إستخدام مضادات الأكسدة، إستخدام المواد المخلبية (ربط المعادن الثقيلة)، التخزين فى حرارة منخفضة وأوعية غير منفذة للضوء (ظلام).

(٢) عند الطهى: سبق التنوية عنها.

ثالثاً: بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن زيادة التحلل البروتينى للجبن (تسوية الجبن):

تتعرض الأغذية المتخمرة والتى ينمو فيها بكتريا حمض اللاكتيك ومنها الجبن إلى عدة تغيرات ينتج عنها العديد من المشتقات الآزوتية والتى منها الأمينات. ولما كانت هذه الأمينات تضم بعض الأمينات الحيوية والتى قد تسبب أضراراً للإنسان عندما تتواجد فى الغذاء بتركيزات عالية. لذا سوف نتناول هذا الموضوع فى النقاط التالية:

١- تعريف الأمينات ومصدرها.

٢- الأمينات الحيوية بالجبن.

أ- مسارها ومصيرها.

ب- العوامل المؤثرة على كميتها بالجبن.

٣- التأثير البيولوجى (الدور الحيوى) للأمينات الحيوية.

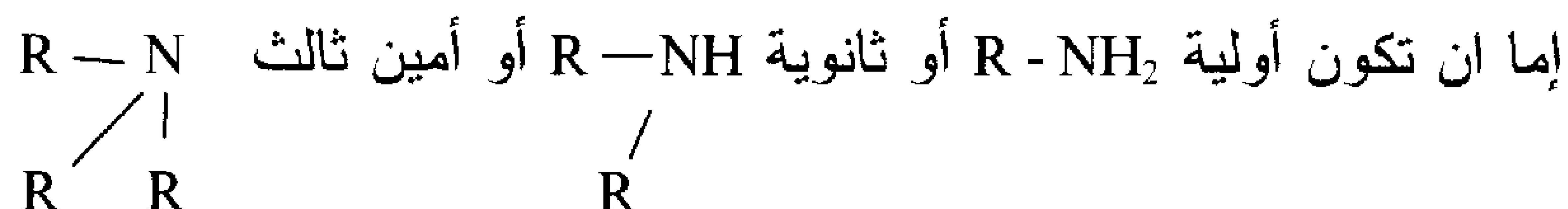
أ- التأثير المفيد.

ب- التأثير الضار.

ج- الجرعة السامة من الأمينات الحيوية.

١- تعريف الأمينات ومصدرها:

هى مركبات عضوية صغيرة الوزن الجزيئ تحتوى مجموعة أمينو NH_2، وهى إما ان تكون أولية $R-NH_2$ أو ثانوية R—NH أو أمين ثالث R — N



فهى مشتقة من الأمونيا بإستبدال ذرة H أو أكثر بمجموعة R وهى إما أن تكون أليفاتية أو عطرية أو حلقية وقد تكون عديدة Polyamines وتشترك فى عمليات التمثيل الغذائى فى الأنسجة الحية وهى إما أن:

أ- توجد طبيعياً: خاصة Polyamines مثل

Putrescine, Spermidine, Spermine, Agmatine فى كل الخلايا الحية وتدخل فى كل خطوة مس RNA, DNA وفى تخليق البروتين لذا فهى ضرورية لنمو الخلايا وتكاثرها كما تشترك فى عمليات التمثيل الغذائى كما أن Spermidine, Spermine لها أهمية فى تجديد القناة الهضمية وقيامها بخواصها الوظيفية ونمو أنسجة الأمعاء. وهى توجد فى اللبن البقرى بنسب تتراوح مابين ٠,٨ – ٤,٤ µg / مل لبن، ١,٤– ٣٦,٢٥ µg / مل لبن، ٣,٢ – ١٣,٢ µg / مل لبن من كل من: Spermidine, Spermine و Putrescine على التوالى.

ب- تتكون فى الغذاء إما نتيجة:

١- تعرض المادة الغذائية لحرارة عالية حيث يحدث تحلل حرارى للأحماض الأمينية يسمى Aminoacid pyrolysates، حيث تنتج عنه مجموعة من الأمينات العطرية عديدة الحلقات Polycyclic aromatic amines ويتوقف مدى تكوينها على شدة المعاملة ونوعية الغذاء ومن أمثلتها

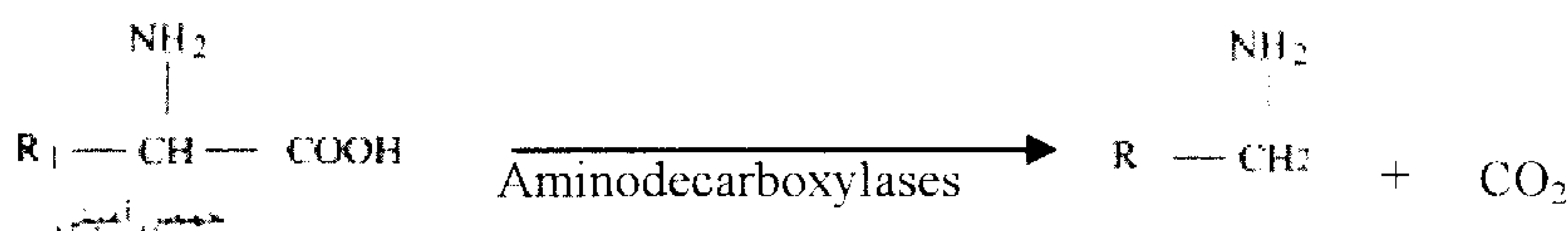
Imidazoquinoline, Methylimidazoquinoline والتى تنتج من الحمض الأمينى Tryptophane على الأسطح المتفحمة Charred للأغذية البروتينية نتيجة عملية

الشوى مثل السمك واللحم (Roast)، ورغم أن كثيراً من هذه الأمينات مسرطنات للقناة الهضمية فى حيوانات التجارب إلا أن الأمر يحتاج لدراسة أوسع للتأكد فيما إذا كانت هذه الأمينات الناتجة أثناء عمليات الطهى تنطوى على مخاطر للإنسان.

٢- النشاط الميكروبى على المادة الغذائية وهى مايطلق عليها إسم الأمينات الحيوية Biogenic amines ومن أمثلتها

Histamine, Putresine, Tyramine, Cadaverine, 2 ñ phenylethylamine

وهى تتكون أثناء تخزين وتصنيع المنتجات الغذائية نتيجة النشاط الإنزيمى البكتيرى النازع لــ CO_2 من مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الأمينية الحرة بفعل إنزيمات Decarboxylases.



أو عن طريق نقل مجموعة الأمين إلى الألدهيدات والكيتونات.

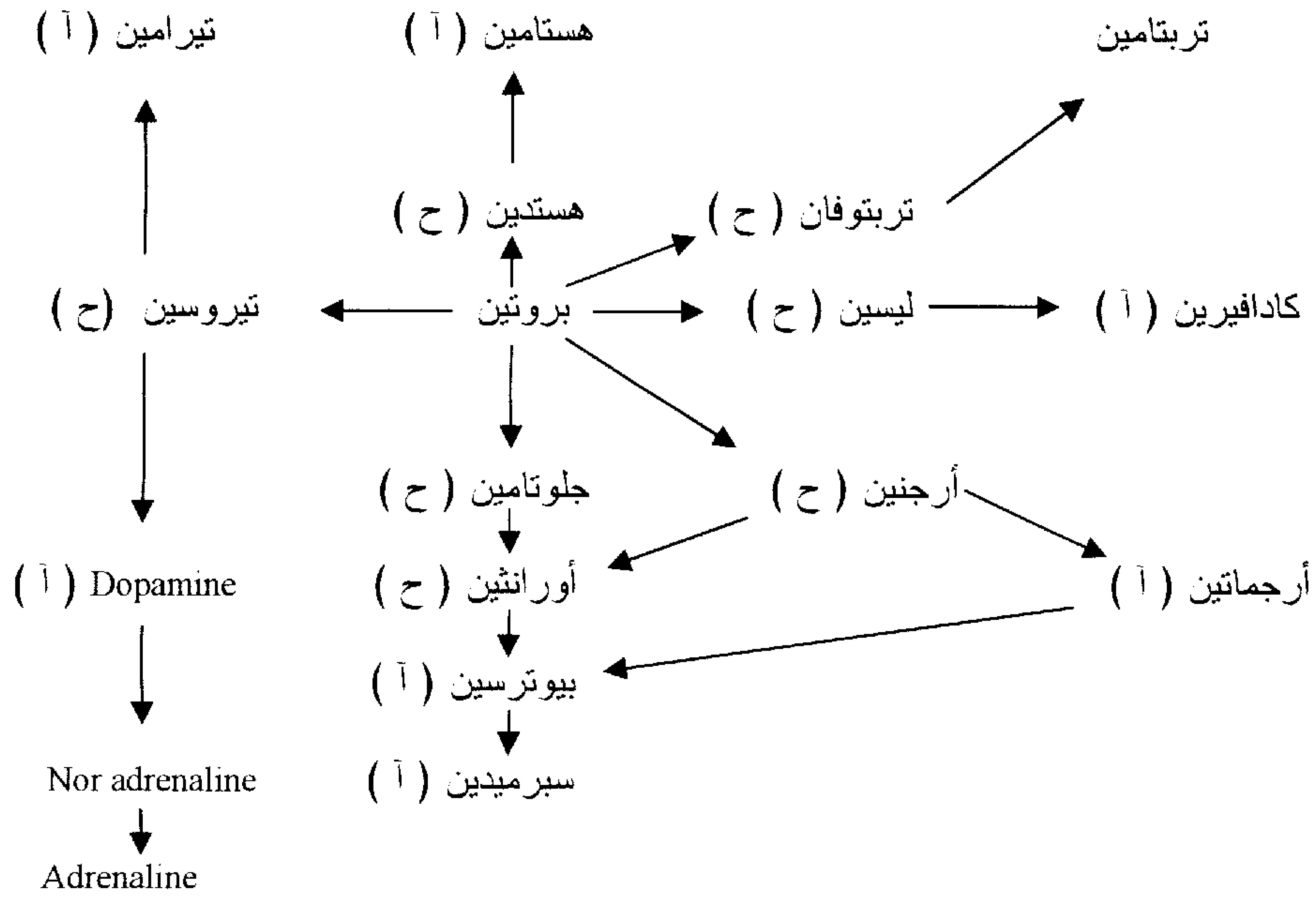
أمثلة لبعض الأمينات الحيوية والأحماض الأمينية المشتقة منها الأمينات:

تعتبر الأمينات المشتقة من الأحماض الأمينية القاعدية (ليسين – أرجنين) والأحماض الأمينية العطرية (هسيدين – فنيل آلانين – نيروسن – تربتوفان) من أهم الأمينات الحيوية (جدول ٧٣).

جدول (٧٣) بعض الأمينات الحيوية المشتقة من الأحماض الأمينية القاعدية والعطرية

الحمض الأمينى	الأمين المقابل
ليسين Lysine	كادافيرين Cadaverine (أليفاتى)
أرجنين Arginine	أرجماتين Argmatine (أليفاتى)
هستادين Hestadine	هستامين Hestamine (حلقى)
فنيل الانين Phenylalanine	فنيل إيثيل أمين Phenyl ethyl amine (عطرى)
تيروسين Tyrosine	تيرامين Tyramine (عطرى)
تربتوفان Tryptophane	تربتامين Tryptamine (عطرى)

كما يبين الشكل (٦) مسار تكوين بعض الأمينات الحيوية



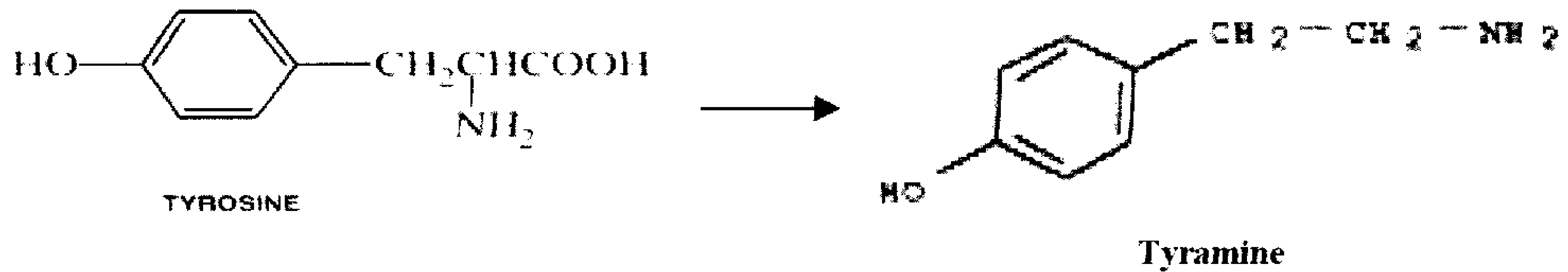
شكل (٦) مسار تكوين بعض الأمينات الحيوية

وفيما يلى أمثلة للتركيب الكيماوى لبعض الأمينات الحيوية:

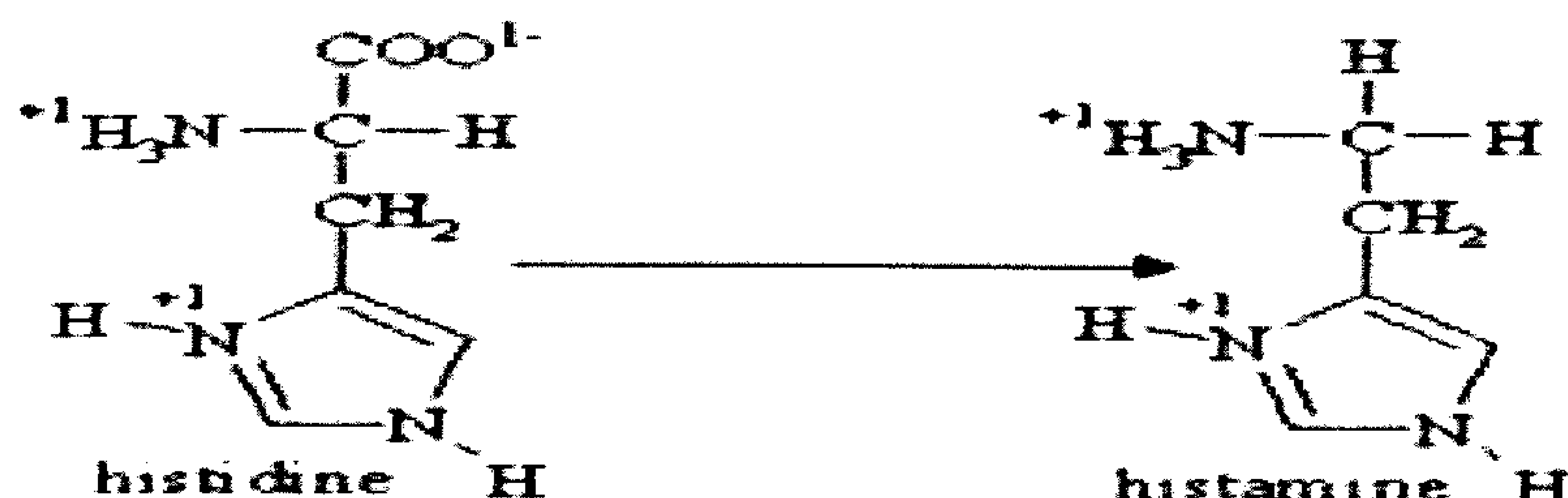
أ- مثال أمينات أليفاتية Alephatic (كادافيرين)



ب- مثال لأمينات عطرية Aromatic (تيرامين)



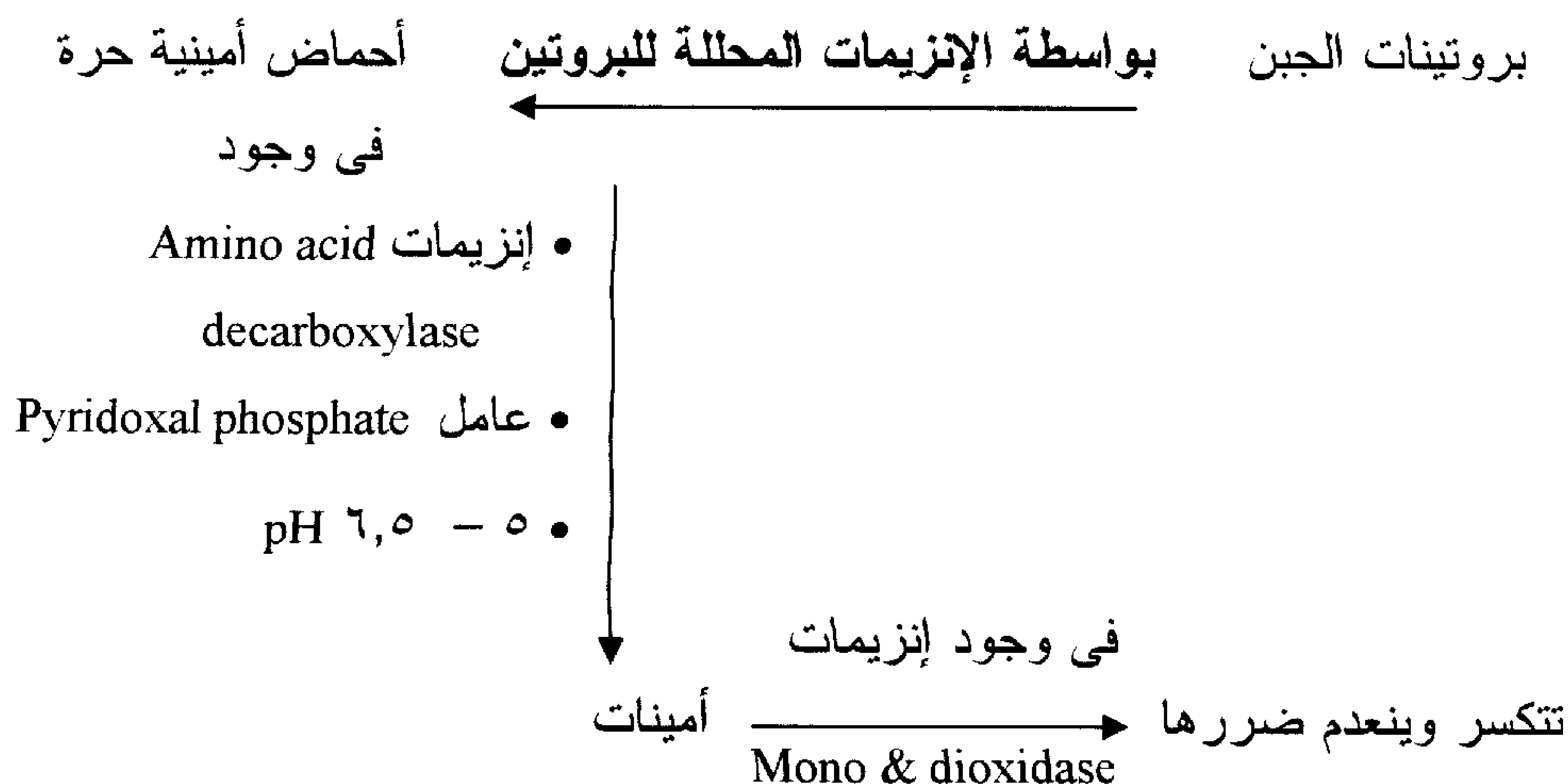
ج- أمينات حلقية Heterocyclic (هستامين)



٢- الأمينات الحيوية فى المنتجات اللبنية

يعتبر تكوين الأمينات الحيوية احد المشاكل المرتبطة بالتحليل البروتينى لبعض الأغذية المتخمرة خاصة تلك التى تنمو فيها بكتريا حمض اللاكتيك، فقد وجد ان هذه المنتجات تحتوى كميات ملموسة من Putrecine, Tyramine, Histamine, Cadaverine ويعتبر الجبن أكثر المنتجات اللبنية إحتواء على الأمينات، كما تأتى الجبن بعد الأسماك فى محتواها من هذه المركبات ولتعليل ذلك يفضل ان نشير إلى:

أ- مسار تكوين هذه المركبات ومصيرها فى الجبن



<u>وبالنظر إلى الجبن نجد:</u>

١- أنها تحتوى كميات ملموسة من الأحماض الأمينية الحرة الناتجة عن تحلل البروتين بالإضافة إلى وجود ميكروبات بالجبن لها مقدرة على إنتاج إنزيمات Aminoacid decarboxylase كما أن عامل Pyridoxal phosphate اللازم لإنزيمات Aminoacid decarboxylase يوجد بكميات كافية بالجبن مع توافر pH الملائمة لعمل هذه الإنزيمات فهى أعلى من pH ٥ خاصة فى الجبن الجاف.

٢- أن نشاط الإنزيمات Mono & dioxidases اللازمة لتكسير الأمينات أقل من نشاط إنزيمات Aminoacid decarboxylase المكون للأمينات.

ب- العوامل المؤثرة على كمية الأمينات المتكونة بالجبن:

رغم أن الجبن الطازج لاتحتوى أمينات تذكر، إلا أن تخزين الجبن خاصة إذا لم تراعى الظروف السليمة فى إنتاجه وتخزينه فقد تتكون فى الجبن كميات ملموسة من هذه الأمينات بفعل بكتريا البادئ وإنزيمات المنفحة والتى تسهم فى تحلل الكازين.

<u>وتتوقف كمية الأمينات على:</u>

١- حرارة ومدة التخزين: تزيد بإرتفاع الحرارة وطول مدة التخزين، فالتخزين فى الثلاجة يقلل من فرصة تكوينها لكنه لايمنع من تكوين بعضها مثل الهستامين.

٢- pH الجبن: إرتفاع الـــ pH لأعلى من (٥) يشجع البكتريا على إنتاج إنزيمات Aminoacid decarboxylases كوسيلة للدفاع ضد الحموضة التى لاتتحملها البكتريا (إذ أن الأمينات تؤدى لرفع الـــ pH).

٣- O_2: تشجع الظروف الهوائية على إنتاجها وقد يرجع ذلك لدور الأكسجين فى تثبيط إنزيمات Mono & dioxidases وبالتالى عدم تحلل الأمينات المتكونة مما يؤدى لتراكمها.

٤- ملح الطعام: هناك تضارب حول تأثيره على تكوين الأمينات بالجبن فالبعض يرى أن زيادة ٪ للملح تقلل من تكوين الأمينات بالجبن إلا أن البعض الآخر يرى عكس ذلك فقد وجد بعضهم عند تلقيح جبن بسلالة من L. buchneri المنتجة للهستامين زيادة نسبة الهستامين المتكونة بالجبن بإرتفاع نسبة الملح به. فقد كانت

كمية الهستامين (مللى مول / كجم جبن) ٣,٥، ٢,١ عندما كانت نسبة الملح / الماء ٠,٠٤٨ : ٠,٠٢٦ على التوالى.

٥- التلوث ببعض البكتريا: تلعب العوامل الصحية فى الإنتاج Hygienic quality دوراً هاماً فى كمية الأمينات المتكونة بالجبن، فالجبن الناتج من لبن ردئ ميكروبيولوجياً يحتوى معدلات اعلى من الأمينات عن الجبن المصنع من لبن جيد بكتريولوجياً.

٦- وتختلف نوعية الأمين المتكون بإختلاف نوع البكتريا فمثلاً

البكتريا	الأمين المتكون
Lactobacilli	هستامين – تيرامين – بيوترسين – كادافيرين
Lactococci	تيرامين
Enterobacteriacea	كادافيرين – بيوترسين – هستامين – تيرامين – فنيل إيثيل أمين
Clostridium	هستامين – تيرامين – تربتامين
بعض الميكروبات الموجبة لجرام	بيوترسين – كادافيرين

هذه الميكروبات قد تكون جزءاً من الميكروبات الطبيعية باللبن الداخل فى صناعة الجبن أو يصل إليها أثناء أو بعد التصنيع، ويقال أنه يجب ألا يقل عددها عن $١٠^{٧}$ – $١٠^{٩}$ خلية / جم colony forming unit / gr لكى تعطى تركيزات عالية من الأمينات.

ومن أهم السلالات التابعة لجنس Lactobacilli سلالة *L. buchneri* فقد عزلت من الجبن السويسرى والتى سببت تسمماً عند تناول هذا الجبن، فلهذه البكتريا القدرة على إنتاج ٤٢ مجم هستامين / ١٠٠ جم جبن وذلك عند نموها فى البيئة الخاصة بها مما يجعل لهذه البكتريا سمية معنوية، كما أن لهذه البكتريا القدرة على تحمل تركيز ٥٪ ملح طعام ولها القدرة على تحمل حرارة ٦٥ – ٦٧ م° / ٢٠ ث رغم أنها بكتريا Mesophilic، ولما كانت هذه الدرجة من الحرارة أو أقل منها تستخدم فى معاملة اللبن الداخل فى صناعة الجبن السويسرى لتشجيع تكوين العيون بهذا الجبن لذا يجب أن يكون اللبن الداخل فى صناعة هذا الجبن على أعلى درجة من الجودة.

كما أمكن عزل سلالات من بعض البكتريا التالية من بعض الجبن لها القدرة على إنتاج الأمينات خاصة الهستامين ولكن بنسبة أقل من *L. buchneri* ومن هذه السلالات سلالات تابعة لكل من:

L. bulgaricus, L. casei, L. acidophilus, L. helveticus, Lactococcus lactis, Propionibacteria, S. faecium

ولما كان بعض هذه السلالات تستخدم كبادئ فى صناعة الجبن، فإن التعرف على كونها منتجة للأمينات من عدمه أمر له أهميته فى صناعة الجبن.

ملحوظة:

(١): يقال أن معظم الأمينات الحيوية بالجبن مصدرها Non ñ starterbacteria.

(٢): لبعض البكتريا القدرة عل هدم الأمينات الحيوية ومن أمثلتها:

Pseudomonas aeruginosa , E. coli , Serratia flava , Proteus vulgaris

(٣) لبعض البكتريا المنتجة للبكتريوسينات Bacteria ñ producing starter المقدرة على منع تكوين الهستامين.

٧- نوع الجبن: تزيد فى الجبن المعرقة بالفطر (مثل الركفور) والجبن القديمة (مسواة لفترة طويلة) كما توجد فى الجبن الطرية، والجبن المطبوخ وتتوقف كميتها فى الجبن المطبوخ على نوعية الخلطة المستخدمة ومدى إحتوائها على هذه الأمينات إذ أن حرارة الطبخ لاتتلفها. وعموماً تختلف نسبة الأمينات فى الجبن بدرجة كبيرة ليس فقط بين أنواع الجبن المختلفة بل داخل الأنواع نفسها.

وفيما يلى نتائج بعض الباحثين والخاصة بإحتواء بعض أنواع من الجبن المصرية من الأمينات

١- الجبن الراس:

أ- ٤٠٪ من الجبن المجمعة عشوائياً من السوق تحتوى تيرامين، هستامين بمتوسط ٠,٣٨ – ٢,٠٩٨ مجم / ١٠٠ جم، ١,٣٦ – ٨,٨٥ مجم / ١٠٠ جم جبن على التوالى.

ب- فى جبن معملى وجد ان الجبن الراس تحتوى هستامين، بيوترسين، كادافرين، فنيل إيثيل أمين بمجموع ٩,٣ - ٣٩,٧ مجم / ١٠٠ جم جبن بعد (٥) شهور من التسوية، وقد وجد أن هذا الفرق الشاسع يعتمد على نوع البادئ المستخدم

L. casei + L. bulgaricus + S. thermophilus > L. casei + L. bulgaricus > L. bulgaricus + S. thermophilus

أى أن ميكروب *L. casei* أكثرها نشاطاً فى إنتاج الأمينات يليه *L. bulgaricus* وأقلها هو *S. thermophilus*.

٢- جبن المش: ٥٠٪ من الجبن المجمع عشوائياً بها هستامين ٩,٩ مجم / كجم جبن، ٦٠٪ من الجبن المجمعة بها تيرامين ٢٩,٢١ مجم / كجم.

٣- جبن قريش: مخزن ٤٥ يوم فى الجو العادى به ٣٦،٣ مجم هستامين، ٧٠,٤ مجم تيرامين / كجم جبن.
فى الثلاجة به ١٥ مجم هستامين، ٥٥,٣٢ مجم تيرامين / كجم جبن.

٤- جبن مطبوخ: وجد التيرامين فى ٧٠٪ من العينات المجمعة، الكادافيرين، البيوترسين، الفنيل إيثيل أمين، سبيرمين فى ٧٠٪، ٦٠٪، ٤٠٪، ٣٠٪ من العينات المجمعة على التوالى.

٥- جبن الركفور: إحتوت ٤٥ مجم أمينات / ١٠٠ جم جبن.

٦- جبن دمياطى: ٨,٧ مجم تيرامين، ١٣ مجم بيوترسين، أقل من ١ مجم هستامين على التوالى لكل ١٠٠ جم جبن.

وعموماً يمكن ترتيب الجبن المصرية من حيث محتواها من الأمينات الحيوية كما يلى:

جبن المش > الركفور > الراس > المطبوخ > القريش > الدمياطى

كما يمكن ترتيب الأمينات الحيوية من حيث نسبتها فى هذه الجبن كما يلى:

تيرامين > هستامين > بيوترسين > تربتامين > فنيل إيثيل أمين.

٣- التأثير البيولوجى (الدور الفسيولوجى) للأمينات الحيوية

Physiological significance of biogenic amines

التأثير المفيد	التأثير الضار Toxicological and carcinogenic effects
١- لها دور فى تنشيط القلب، الأعصاب المسئولة عن الإحساس والحركة. كما تتحكم فى إفراز Hcl بالمعدة والمحافظة على سلامة الأغشية ٢- لها دور فى تنظيم ضغط الدم إذ تعمل بطريق مباشر أو غير مباشر فى إنقباض وإنبساط الأوعية الدموية. فالتيرامين يعمل على إنقباض الأوعية وبالتالى رفع الضغط، الهستامين يعمل على إنبساط الأوعية وبالتالى خفض الضغط. ٣- لها دور فى تخليق البروتين والأحماض النووية وتنظيم وظائفها. إذ تعتبر مصدراً للنيتروجين، وكذا تخليق بعض الهرمونات (كمواد Precursors لها) مثل النورأدرينالين، الأدرينالين وهما يخلقان فى الأنسجة الكظرية (غدة مجاورة للكلى) udrenal tissues من التيرامين كما أن بعض الأمينات مثل Puterscine, Spermine مكونات لايستغنى عنها فى النمو والمحافظة على النظام المناعى للقناة الهضمية. ويعتبر Catecholamines, Indole amines لها اهمية فى تنظيم وظائف النظام العصبى Nervous system. ٤- الأمينات العديدة Polyamines والتى تشمل Speramine, Puterscine and Spermidine تثبط أكسدة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ويتناسب التأثير المضاد للأكسدة مع عدد مجموعات الأمين فى الـ Polyamine ويقال أن للتيرامين نشاط قوى مضاد للأكسدة لإحتوائه مجموعات الأمين والهيدروكسيل.	١- قد تشجع على تكوين طفرات (أورام سرطانية) إذ يتفاعل بعضها مثل التيرامين والأمينات الثنائية مثل: بيوترسين Putrescine كادافرين Cadaverine مع مواد نيتروجينية غير عضوية (نترات – نتريت) داخل الجسم مكونة مركبات حلقية غير متجانسة لها فعل مسرطن Heterocyclic carcinogenic ٢- لها تأثير سام نتيجة تفاعلات الأمينات مع المستقبلات الموجود على جدر الخلايا ومن أعراض التسمم إضطراب نبضات القلب وكذا ضغط الدم والصداع والحساسية. ومن فضل الله فإن القناة الهضمية للثدييات تحتوى على نظام إنزيمى له القدرة على إبطال سمية هذه الأمينات Detoxification له القدرة على تمثيل الكميات المضادة من هذه الأمينات ومن أهم هذه الإنزيمات mono amino oxidase , diamino oxidase ومع ذلك فإن هذا النظام تقل كفاءته فى إزالة التركيزات المرتفعة من الأمينات الحيوية

التأثيرات العقارية (الدوائية) لبعض الأمينات الحيوية

Pharmacalogical effects of some bioamines

ويبين الجدول (٧٤) التأثيرات العقارية (الدوائية) لبعض الأمينات الحيوية

جدول (٧٤) التأثيرات العقارية للأمينات الحيوية

الأمين	المولد Precursor	التأثير
الهستامين	الهستادين	تحرير الأدرينالين والنورأدرينالين – تنشيط العضلات الناعمة للرحم والأمعاء والقناة التنفسية
التيرامين	النيروسين	تنشيط اعصاب الحس والحركة – التحكم فى إفراز حمض المعدة – تقلص الأوعية الدموية السطحية – إفراز الدموع واللعاب – زيادة معدل التنفس – زيادة مستوى سكر الدم – تحرير النورأدرينالين من الجهاز العصبى السمبتاوى – الصداع النصفى
البيوترسين والكادافيرين	أورنثين وليسين	إنخفاض الضغط – بطء القلب Bradycardia – تشنج الفك Lak jau – شلل الأطراف Paresis of the extremities – زيادة سمية الأمينات الأخرى
بيتا فينيل إيثيل أمين	فنيل آلانين	تحرير النورأدرينالين من الجهاز العصبى السمبتاوى – إرتفاع ضغط الدم – الصداع النصفى
التريبتامين	التريبتوفان	إرتفاع ضغط الدم

ج- الجرعة السامة من الأمينات الحيوية

لقد حدثت بعض حالات التسمم من تناول أغذية محتوية على أمينات حيوية ويبين الجدول (٧٥) بعض حالات التسمم الأمينى فى بعض الدول والغذاء المسئول عن هذا التسمم .

جدول (٧٥) بعض حالات التسمم الأمينى فى بعض الدول والغذاء المسئول

الدولة	الغذاء	الدولة	الغذاء
كندا	السمك – جبن تشدر	بريطانيا	السمك
دنمارك	السمك	اليابان	السمك – الدجاج
فرنسا	السمك – جبن سويسرى – سيشر – جروبر والخنزير (اللحم)	نيزولاند	جبن جودا
ألمانيا	السمك – كرنب متخمر – جبن جودا	الولايات المتحدة	سمك – جبن سويسرى

وتختلف الجرعة السامة لهذه الأمينات من شخص لآخر ويتوقف ذلك على التركيز ومدى توافر أمينات أخرى وعوامل منها:

١- وجود بعض الأدوية المثبطة لإنزيمات Mono amino oxidase (MAO), diamino oxydase (DAO) مما يزيد من التأثير السام لهذه الأمينات. لذا عند تعاطى أدوية تحتوى على هذه المثبطات يفضل الإمتناع عن تناول الأغذية المحتوية على أمينات بنسبة كبيرة خاصة التيرامين مثل الجبن خلال فترة العلاج إذ أن ذلك يؤدى لمضاعفات شديدة قد تؤدى إلى الوفاة.

٢- نوعية الأمين: يعتبر التيرامين والهستامين من أكثر الأمينات شيوعاً فى الجبن والتى سجل عنهما تسممات عند تناول جبن بها كميات كبيرة من أى منهما. وتعرف الأعراض الناتجة عن كل منهما بأسم Cheese syndrome.

أ- التيرامين Cheese reaction: الجرعة التى يحدث عندها التسمم من التيرامين فى الغذاء ٦٠ : ١٠٠ مجم / كجم من وزن الجسم ويعتبر من أكثر الأمينات نشاطاً (يسبب إرتفاع ضغط الدم) وهو يتجمع فى الجبن بكميات لها تأثير سمى معنوى ويعرف هذا التسمم بأسم cheese reaction ومن أعراضه إرتفاع ضغط الدم، الصداع، الصداع النصفى Migraine الغثيان والقئ – العرق وخفقان القلب – وتزداد خطورة التيرامين عند تعاطى أدوية مثبطة لفعل إنزيمات MAO, DAO مثل مضادات إرتفاع ضغط الدم Antihypertensive وكذا تعاطى الكحولات، وكذلك تزداد خطورة التيرامين فى حالة أمراض القناة الهضمية، فعند تعاطى مايزيد عن ٦٠ مجم / كجم من وزن الجسم من التيرامين فإن ذلك يسبب إرتفاع مفاجئ فى ضغط الدم عند المرضى الذين يعالجون بأدوية مثبطة لإنزيمى MAO, DAO أما الجرعة التى تحدث عندها التسمم من الفنيل آمين فهى ٣٠ مجم / كجم.

ب- التسمم الهستامينى: Histamine poisoning: الجرعة التى يحدث عندها التسمم من الهستامين فى الغذاء ٢٠ – ١٠٠ مجم لكل كيلوجرام من وزن الجسم. ورغم عدم وجود إحصاء دقيق عن حالات التسمم الهستامينى وذلك نظراً للطبيعة الخفيفة للمرض كما أن الطبيب قد يشخص المرض على أنه حساسية غذاء إلا أن هناك حالات سجلت فى بعض دول العالم عن تفشى هذا النوع

من المرض منها ظهور ١٨ حالة تسمم فى واشنطن من تناول جبن سويسرى يحتوى أكثر من مائة جزء فى المليون من الهستامين. وعموماً فإن هذا النوع من التسمم ينتج عن تناول أطعمة تحتوى كميات كبيرة من الهستامين مثل بعض أنواع من الأسماك (تونة – ماكريل) والجبن. وينشأ هذا التسمم عن فعل إنزيم Histidine decarboxylase بفعل بعض سلالات من بكتريا *L. buchneri*

ومما يشجع على ظهور حالات التسمم الهستامينى:

١- وجود أدوية مثبطة لهدم الهستامين مثل مضادات الملاريا Antimalarials وأدوية السل (مركبات Isoniazied).

٢- وجود أمينات أخرى بالغذاء تثبط الأنزيمات المسئولة عن هدم الهستامين فى الأمعاء الدقيقة، كما وجد أن MAO, DAO تهدم البيوترسين والكادافيرين أولاً وبذلك يبقى الهستامين دون هضم، والهستامين غير المهضوم يمر بسهولة عبر الأمعاء ويمتص ويسبب التسمم. وتعرف الأمينات المثبطة للأنزيمات المسئولة عن هدم الهستامين بأسم الأمينات التعفنية Putrefactive ومن أمثلتها البيوترسين، الكادافيرين. ولعديد من البكتريا خاصة التابعة لعائلة Enterobacteriaceae القدرة على إنتاج البيوترسين بفعل إنزيم Ornithine decarboxylase والقدرة على إنتاج الكادافيرين بما تفرزه من إنزيم Lysine decarboxylase.

وتظهر أعراض التسمم من الهستامين نتيجة تفاعله مع مستقبلات توجد على أغشية الخلايا وهى نوعان H_2, H_1 يوجدان فى الإنسان وبعض الأجناس الأخرى حيث توجد هذه المستقبلات على:

أ- الأوعية الدموية المتعلقة بالقلب Cardiovascular حيث يتفاعل الهستامين مع المستقبلات الموجودة على هذه الأوعية مما يؤدى إلى إتساع الأوعية الدموية والشعيرات والشرايين ممايؤدى بدوره إلى إنخفاض ضغط الدم وإلى الصداع.

ب- خلايا الأمعاء: وعند تفاعل الهستامين معها يؤدى إلى القئ والمغص والإسهال.

ج- الخلايا المبطنة لجدار المعدة: وعند تفاعل الهستامين معها فإنه ينظم إفراز الحمض بالمعدة.

د- العصب الحركى والحسى: وعند تفاعل الهستامين معها يسبب تنشيط العصب والشعور بالألم (وخز) والميل للهرش.

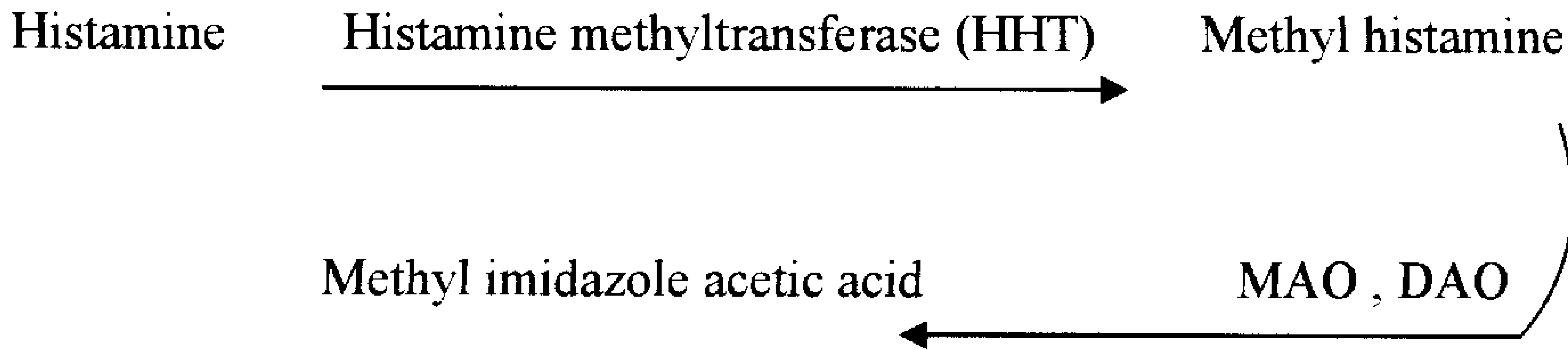
وعليه فمن أعراض التسمم الهستامينى:

١- أعراض تظهر على الجلد: أرتكاريا - طفح جلدى - أوديما - إلتهاب موضعى.

٢- أعراض تتعلق بالجهاز الهضمى: غثيان - قئ - مغص - إسهال.

٣- أعراض تتعلق بالجهاز الدورى: إنخفاض ضغط الدم - سرعة خفقان القلب - عرق - صداع - إحمرار الوجه.

ويوضح التخطيط التالى مسار تمثيل الهستامين



ويلاحظ ان الإنزيمات MAO, DAO, HHT توجد بالأمعاء وتقوم بهدم الهستامين، ولكن وجود بعض المثبطات لهذه الإنزيمات مثل الأمينات التعفنية وبعض الأدوية فإن الهستامين لايهدم ويمتص فى الدم مما يسبب التسمم الهستامينى.

ونظراً لأن الجبن من أهم الأغذية للكبار والصغار والتى قد تكون مصدراً لهذه الأمينات فأرى:

١- إجراء تحديث وإستكمال المواصفات القياسية المصرية الخاصة بمنتجات الألبان المختلفة خاصة ما تحتويه من مركبات ضارة مثل الأمينات الحيوية.

٢- إجراء مسح للجبن الموجودة بالسوق المصرية للوقوف على مدى مطابقتها للمواصفات العالمية على أن يتم ذلك بصفة دورية.

٣- تشجيع الدراسات الغذائية التى تهدف إلى تقدير متوسط مايتناوله الفرد بمصر من الأمينات الحيوية يومياً ومقارنة ذلك بالحدود المسموح بها عالمياً.

٤- تشجيع الدراسات والمشاريع البحثية التى لها تأثير فعال فى تثبيط الأجناس البكتيرية على إنتاج وتكوين الأمينات الحيوية بالغذاء.

٥- تشديد الرقابة على أماكن إعداد الوجبات الغذائية للتأكد من تداول الجبن السليم غذائياً وإتباع الطرق الصحية فى تداول وتخزين هذه الوجبات والكشف عن أى مخالفات تتعلق بهذا الخصوص.

٦- نشر الوعى الغذائى بين أفراد المجتمع عن طريق إعداد برامج ثقافية وإرشادية فى وسائل الإعلام توضح مايحدث من أضرار نتيجة تناول مواد غذائية ملوثة بكثير من الأمينات الحيوية.

٧- إتباع الطرق السليمة فى إعداد وتصنيع الجبن (نظافة لبن ومعدات وبسترة) وذلك للحد من تكوين المواد الضارة بها خاصة الأمينات الحيوية.

الفصل الحادى والعشرون

التلوث الناتج عن بعض المواد المضافة للبن ومنتجاته

قد يضاف للغذاء بصورة عمدية بعض المواد بقصد إطالة مدة حفظه (مواد حافظة) أو تحسين بعض خواصه (مواد ملونة – مواد تحلية ...) وتسمى هذه المواد بالمضافات الغذائية Food additives وتعتبر هذه المواد من ملوثات الغذاء لو أضيفت إليه بنسب أعلى من الحد المصرح به أو إذا كان من المحظور إستخدامها. وفى هاتين الحالتين يعتبر غشاً ونسوق فيما يلى بعض هذه المواد:

١- المواد الحافظة

هى مركبات كيميائية تضاف للغذاء بكميات صغيرة للحد من أو قتل الكائنات الحية الدقيقة المسببة لفساد الغذاء. وهى إما أن تكون طبيعية مثل كلوريد الصوديوم أو محضرة بالمعمل أو منتجة بواسطة كائنات حية دقيقة. وتعمل المواد الحافظة إما بتأثيرها على مدى نفاذية الخلية أو بتأثيرها على بعض التفاعلات الإنزيمية بالخلية واللازمة للتمثيل الغذائى لها. وبعض هذه المواد محظور إستخدامها والبعض الآخر محرم إستخدامه فى بعض الدول ومصرح بإستخدامه فى دول آخرى ولكن بحدود لايسمح بتجاوزها. ومن أمثلة المواد المحرمة أو المسموح بإستخدامها فى حدود لايسمح بتجاوزها.

أ– فوق أكسيد الأيدروجين

إستخدم كمادة حافظة للبن فى ألمانيا سنة ١٩٠٠. وإعتبرت إيطاليا إضافته قانونياً وبديلاً للبسترة. وإقترحت منظمة الزراعة والأغذية الدولية FAO إمكانية إستعماله

لتحسين حفظ اللبن وليس بديلاً للبسترة لإن إضافته بنسبة من ٠,٠١ : ٠,٠٨٪ من وزن اللبن لايؤدى لقتل الميكروبات المرضية وتأخذ جمهورية مصر العربية بإقتراح منظمة الزراعة والأغذية الدولية FAO بمعنى أنه ليس بديلاً للبسترة.

وطريقة إستخدامه: يضاف بمعدل ٠,١٪ من وزن اللبن، وبعد نصف ساعة تضاف كمية من إنزيم الكتاليز على ٤٠م° لتحطيم فوق أكسيد الأيدروجين، وبعد ١٥ دقيقة يعامل اللبن حرارياً (بسترة) لتثبيط الإنزيم. إذ يجب خلو اللبن منه قبل التصنيع. ورغم أن إستخدام فوق أكسيد الأيدروجين كمادة حافظة باللبن يمتاز بزيادة قدرته على الحفظ بإرتفاع الحرارة (المناطق الحارة) وبسهولة إزالته من اللبن، وقلة ضرره بالنسبة لفيتامينات E, A والكازين ومجموعة فيتامين B عدا B_{12}. إلا أنه يسبب ظهور طعم معدنى ويؤثر على بعض الفيتامينات فيتلفها مثل B_{12} ويؤدى لنقص فى القيمة الغذائية ٦٪ بسبب التغير البروتينى خصوصاً نقص الحمض الأمينى ميثونين فقد ثبت أنه غير ثابت فى وجود H_2O_2. كما أن فوق أكسيد الأيدروجين سام وضار بالأنسجة الحية لذا غير مصرح به فى بعض الدول كما هو الحال فى قانون الأغذية الأمريكية.

ب- الفورمالين

يحرم إستخدامه كمادة حافظة للبن لماله من آثار ضارة صحية تتمثل فى تهيج الأنسجة المخاطية للجهاز الهضمى (القرح) وتعطيل نشاط الإنزيمات الهاضمة إذ يتفاعل ايضاً مع البروتين مما يصعب هضمه بالأضافة إلى أن له تأثير تجمعى. وبجانب آثاره الصحية الضارة له آثار تكنولوجية فهو يسبب تجمد البروتين مما يؤدى لصعوبة تقدير الدهن، ويسبب تغير الفلورا Flora فى المنتجات اللبنية مما يتسبب فى عيوب فى هذه المنتجات. كما أن زيادته باللبن قد يؤدى لإطالة مدة التجبن.

ج- النترات والنتريت

مصادرها: توجد طبيعياً فى البيئة فهى نواتج أكسدة النيتروجين (الذى يمثل ٧٨٪ من الهواء الجوى) بفعل الميكروبات فى الماء والنبات والتربة وإلى حد ما بفعل الشرارت الكهربائية Electrical discharges مثل البرق. وتوجد طبيعياً فى الغذاء

ويلاحظ أن ٩٤٪ من الموجود بالغذاء مصدرها الماء والأغذية النباتية، ٦٪ مصدرها اللحوم المصنعة وتوجد كميات قليلة من النترات فى الأسماك ومنتجات الألبان. ومن مصادر النترات المياه (خاصة الجوفية) والنباتات والحيوانات المتحلله، المخصبات الزراعية، السماد والفضلات الآدمية، كما أن النتريت قد يتكون من زيادة الأمونيا فى مياه الشرب نتيجة تفاعلها مع الكلورين وتكوين الكلورامين.

ويحصل الإنسان البالغ على ٨٥ – ٩٠٪ من النترات من الخضروات والحبوب والفاكهة فهى تحتوى ١٧٠٠ – ٢٤٠٠ مجم / كجم غذاء. وهى تتركز فى أعناق وأوراق وسيقان الخضروات الورقية مثل السبانخ والكرفس والكرنب والقنبيط، (السبانخ المطبوخة إذا أعيد تسخينها بعد حفظها ١ – ٢ يوم لاتقدم للأطفال وتقدم للبالغين فقط لإرتفاع محتواها من النتريت).

كما توجد النترات فى جذور البنجر والفجل وتعتبر البطاطس مصدراً رئيسياً للنترات، وتقل فى جذور الجزر والبطاطا وثمار الطماطم والفاصوليا الخضراء، وتوجد فى الفاكهة بكميات غير محسوسة ولكن بتركيز أعلى فى الموز. أما الحبوب فمحتواها من النترات أقل من المستويات التى تسبب مخاطر صحية للإنسان ولكنها تتراكم فى بعض التوابل مثل الزنجبيل. كما تسهم النترات التى مصدرها المواد الحافظة المضافة إلى إرتفاع نسبتها فى الأغذية المحفوظة.

ويؤدى النشاط الميكروبى فى الخضروات أثناء النقل والتخزين إلى إختزال النترات إلى نتريت. إلا أن الطهى والتصنيع يؤدى لخفض مستوى النترات فيصل الفقد إلى ٦٠٪ فى البطاطس بعد تقشيرها وطهيها. كما يعتبر حمض الأسكوربيك والألياف والتوكوفيرولات فى الخضروات والفاكهة عوامل وقائية تقلل من التأثير الضار للنترات.

ومصدر النترات فى اللحوم المصنعة هو إستخدامها كمادة حافظة وتحدد الدول الحد الأقصى لها ففى الولايات المتحدة تحدد الا يزيد كمية النترات عن ٠,٥ جم نترات / كجم لحم، ٠,٢ نتريت / كجم لحم، وفى مصر لاتزيد نسبة النترات والنتريت عن ٠,٣ جم / كجم بسطرمة، ٠,٠٢٥ جم / كجم سجق ولانشون. إلا أن معظم اللحوم المصنعة تحتوى نسباً أعلى من المواصفات وذلك لعدم وجود

مواصفات لملح التتبيل المستخدم فى تصنيعها والتى تحتوى كميات متفاوته من النترات.

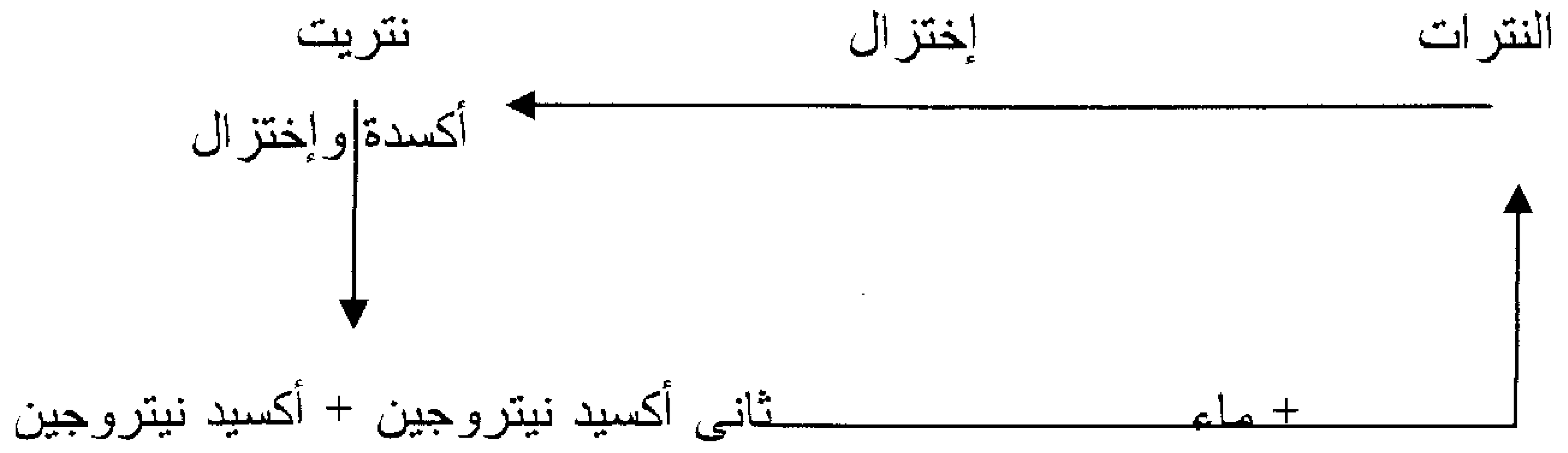
اما فى اللبن ومنتجاته فمصدر النترات والنتريت هو ماقد يوجد باللبن من ماء الشرب المعطى للحيوان أو وجود بقايا من المياه فى أوانى اللبن بعد تنظيفها، والمصدر الآخر هو ماقد يضاف إلى اللبن الداخل فى صناعة الجبن عادة وقد يستخدمه البعض كمادة حافظة (غير مصرح بها) ويوضح الجدول التالى (٧٦) محتوى النترات والنتريت فى عينات أخذت عشوائياً من الأسكندرية (ساقية الحوش ١٩٩٤) من اللبن والجبن.

جدول (٧٦) محتوى النترات والنتريت فى عينات أخذت عشوائياً من اللبن والجبن

المنتج	النترات مجم / كجم	النتريت مجم / كجم	المنتج	النترات مجم / كجم	النتريت مجم / كجم
لبن خام	٣,٩	لم يستدل	جبن أبيض	٦٢,٥	٠,٩
لبن مبستر	٤,٨	لم يستدل	جبن كامل الدسم	٧١,٢	١,١
لبن مكثف	٩٤,٦	١,٠٢	جبن مطبوخ	٢٩,٢	٠,٥١
لبن مجفف	٨٧,٣	١,٣	جبن جاف	١٧,٨١	٢,٩٢

دورة النترات والنتريت:

النترات أكثر صور النيتروجين المؤكسدة ثباتاً ولكن يمكن أن يختزل بفعل الميكروبات إلى النتريت وهو مركب كيميائى معتدل النشاط. يدخل النتريت فى تفاعلات أكسدة وإختزال فى تكوين أكسيد النتريك وثانى أكسيد النيتروجين. وبتفاعل ثانى أكسيد النيتروجين مع الماء يتولد عنه كمية كبيرة من النترات ويعاود النتريت الدورة كما يلى:



تمثيل النترات بالجسم

تقدر كمية النترات التى يتعاطاها الشخص البالغ بحوالى ٥١ مجم فى اليوم (٤٤ مجم فى مياه الشرب). وتقدر النترات المخلقة فى المعدة (داخلياً) يومياً بحوالى ٦٢ مجم وذلك بفعل البكتريا، وتزيد هذه الكمية بتقدم العمر وإصابة الجهاز الهضمى. أما الهواء الجوى فيسهم بكمية مهملة من النترات، إذ يتنفس الإنسان البالغ ٢٠م^{٣} من الهواء يحتوى ١٨ µg نترات، ويتنفس الطفل ٢م^{٣} من الهواء يحتوى ١,٨ µg نترات.

وتمتص النترات فى الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة وتوزع بسرعة خلال الدم وأنسجة الجسم. وفى الظروف العادية يتخلص الجسم من ٨٠٪ منها فى الأطفال والشباب، ٥٠ – ٦٥٪ فى الكبار حيث تفرز فى البول بواسطة الكلى كما يفرز بعضها فى صورة يوريا أو أمونيا وذلك فى ظرف ٤ – ١٢ ساعة من تناولها (لايوجد نتريت عادة فى البول). وباقى النترات تظل بالجسم ويعاد تدويرها إلى الغدد اللعابية بتجويف الفم حيث يختزل (٢٥٪ تقريباً) إلى نتريت بفعل اللعاب وبكتريا الفم. وفى بعض الحالات المرضية التى تؤدى لإرتفاع pH المعدة مما يشجع البكتريا المختزلة للنترات وكذلك عند تناول كميات كبيرة من النترات بالغذاء فإن النتريت المتكون يمتص بسرعة فى كل من المعدة والأمعاء الدقيقة حيث يتفاعل مع الأمينات الثنائية والثلاثية والأميدات لتكوين مركبات النيتروز N ñ nitroso والمسئولة عن أمراض منها Gastric cancer, Methaemoglobineamia أى التسمم الناشئ عن النتريت.

ورغم ماقد تسببه النترات والنتريت من أضرار صحية عند تعاطيها بالغذاء بكميات كبيرة وفى حالات أمراض الجهاز الهضمى إلا أن لهذه المركبات بالجرعات العادية وسلامة الجهاز الهضمى أهمية فسيولوجية إذ يتكون منها فى الجسم النتريت

وأكسيد النتريك وهما مركبات هامة فسيولوجية للإنسان فأكسيد النتريك ناقل حيوى هام للنقل العصبى ومنظم لضغط الدم ومنشط للنظام المناعى، كما أن النتريت تحمى الجهاز الهضمى للإنسان من الميكروبات المرضية.

ملحوظة: يحتوى لعاب الإنسان ٨ – ١٢ ppm نتريت.

إستخدام النترات والنتريت:

تستخدم فى المخصبات Fertilizers والمفرقعات وعوامل مؤكسدة فى الصناعات الكيماوية، وتستخدم لوقف أو تأخير الفساد الكيماوى أو الميكروبى فى منتجات اللحوم وفى صناعة الجبن خاصة الجبن الجافة ونصف الجافة والمسواة بالفطر فهى لاتثبط نشاط الفطر أو الخميرة.

ففى صناعة اللحوم تستخدم النترات بتركيزات ١٠٠ – ٢٠٠ مجم / كجم ويساعد ذلك خاصة على pH ٦ على منع سلالات من:

Achromobacter, Aerobacter, Eacherichia, Flavobacterium, Micrococcus, Pseudomonas spp.

أما ميكروبات *Closteridia, Salmonella, Lactobacilli* فهى أكثر مقاومة.

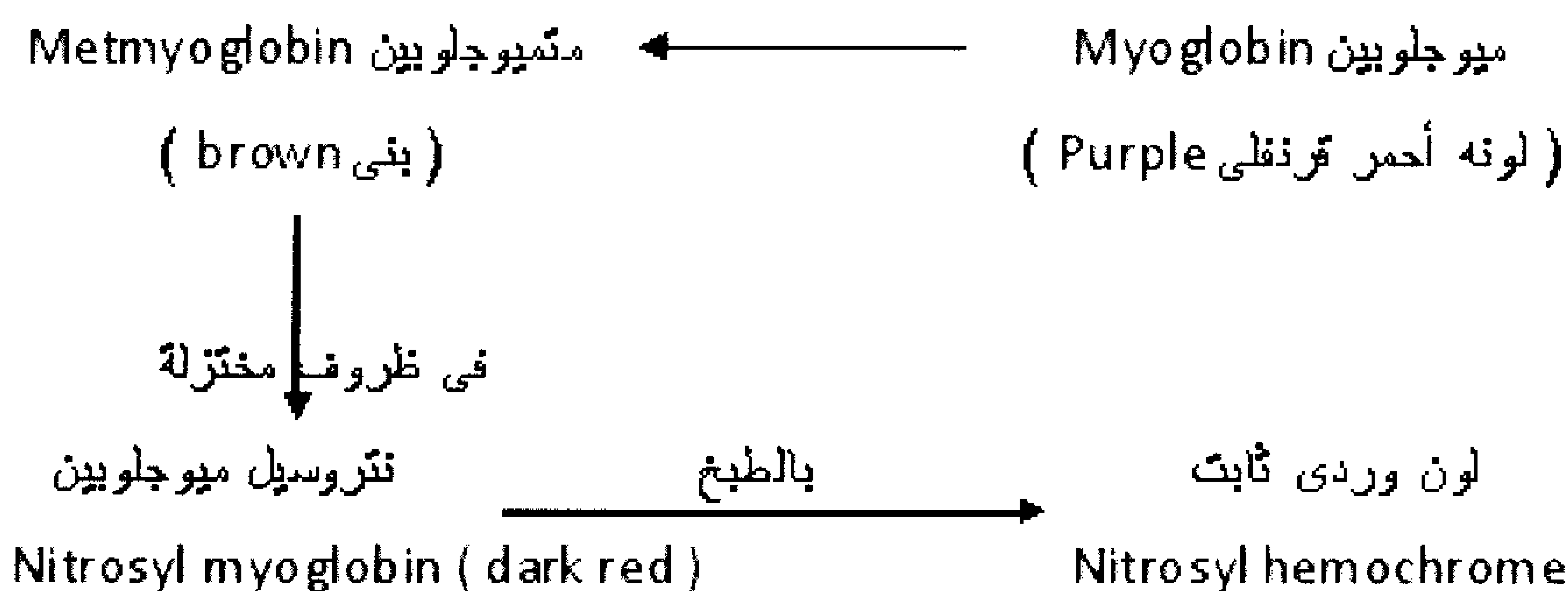
وقد تضاف النتريت بدلاً من النترات ولكن بكميات صغيرة أقل من ١٥٠ جزء / مليون وذلك لمنع نمو *Cl. botulinum* وإنتاج سمومها.

وفى صناعة الجبن فبعض الدول كفرنسا تحرم إضافة النترات أو النتريت لصناعتها، وتسمح بعض الدول بذلك والحد الأقصى المسموح به فى هذه الدول هو ٥٠ مجم نترات / كجم جبن والبعض يصرح بإضافتها بمعدل ١٠ جم نترات بوتاسيوم لكل ١٠٠ لتر لبن والهدف من إضافتها هو منع الإنتفاخ الحادث بالجبن سواء المبكر فى أوائل مراحل التسوية والتى تسببه بكتريا الكوليفورم أو الإنتفاخ المتآخر فى نهاية مراحل التسوية والذى تسببه بكتريا الكوليستريديم، وذلك بمنع نمو جراثيم هذه البكتريا والتى تقاوم البسترة إلا أنها حساسة للنترات الذى ينتج عن إختزالها النتريت المثبط لهذه الجراثيم وبجانب الدور المضاد للميكروبات Antimicrobial للنتريت فإن لهذه

الأملاح دور وظيفى آخر فى المنتجات التى تضاف إليها وفيما يلى شرح لهذه الأدوار:

١- النترات والنتريت كعوامل وظيفية Functional ingredients of nitrites:

مواد مضادة للأكسدة فعالة Apotent antioxidant وتسهم فى تطور (تحسين) طعم المنتجات التى تضاف إليها، فيقال أن النترات تهدم بسرعة إلى أكسيد نتريك الذى يتفاعل مع الروابط غير المشبعة بين ذرات الكربون ويتناسب مقدار أكسيد النتريك المتفاعل مع درجة عدم التشبع. وبجانب تأخير التزنخ الأكسيدى Oxidative rancidity تستخدم النترات فى Cured meat صناعة اللحوم لتثبيت لونه الوردى Pink colour وذلك بتكوين Nitrosyl hemochrome complex نتيجة إرتباطها مع الجلوبيولين العضلى Myoglobin كما فى الخطوات التالية.



وقد يقلل هذا التفاعل أيضاً من معدل أكسدة الدهن فى اللحم إذ عندما يتفاعل النتريت مع مركبات الهيم لتكوين الصبغات يتم إختزال أيون الحديديك Fe^{+3} (الحالة المؤكسدة) وهو الصورة النشطة فى أكسدة الدهون إلى أيون الحديدوز Fe^{+2} وهو الصورة غير النشطة مما يقلل من معدل الأكسدة.

٢- النترات والنتريت كعوامل مضادة للميكروبات

تعمل النتريت على تثبيط تمثيل الخلية البكتيرية عن طريق تثبيط أنظمة منها

أ- تثبيط نظام Inhibition phosphoroclastic system

يتكون هذا النظام من مركبين هما:

١- Ferredoxin: وهو إنزيم يحتوى الحديد والكبريت.

٢- وإنزيم آخر هو Pyruvate ferredoxin oxidoreductase وهو يتكون من جزئ واحد من البروتين يحتوى الثيامين Pyrophosphate والحديد. وهذا النظام هام فى الكوليسريديا Clostridia فيشترك فى تخليق ATP من البيروفات ويستخدم ATP كمصدر للطاقة لتخليق مواد خلوية جديدة مطلوبة للنمو والحديد الموجود بالنظام مركب مطلوب لإنبات جراثيم الكوليستريديا ونموها وإنتاج التوكسين، وعليه فإن التفاعل بين أكسيد النتريك (المركب المشتق من النتريت) مع الإنزيمات المحتوية على الحديد الموجود بنظام Phosphoroclastic سوف يمنع من تخليق ATP من البيروفات.

ب- تثبيط النظم الإنزيمية الأخرى Inhibition enzyme systems

فى الوسط الحمضى يوجد النتريت أساساً فى صورة حمض النيتروز و / أو أكسيد النتريك وتعتبر النتريت وأكسيد النتريك وحمض النيتروز جزيئات نشطة جداً لها القدرة على التفاعل مع إنزيمات ميكروبيه مختلفة خاصة تلك الإنزيمات المحتوية على الحديد و/ أو مجموعات SH وتختلف ميكانيكية التفاعل تبعاً لنوع الميكروب (جدول ٧٧).

جدول (٧٧) تفاعلات المركبات النشطة من النترات مع بعض الإنزيمات الميكروبية

الميكروب	ميكانيكية التفاعل
C. perfringens	بتفاعل حمض النيتروز مع إنزيمات الخلية البكتيرية وإنزيمات تخمر الجلوكوز مثل Glyceraldehyde ñ 3- phosphate dehydrogenase وكذا إنزيم الألدوليز Aldolase.
C. pasteurianum	بتفاعل أكسيد النتريك مع نظام النيتروجينز Nitrogenase system والذى يتكون من بروتينات تحتوى جزئين حديد.
E. coli	بتفاعل النتريت مع Aldolase وتثبيط الناقل النشط للبرولين .
P. aeruginesa	بتفاعل النتريت مع أكسيديز السيتوكروم Cytochrome oxidase بأكسدة الحديدوز الموجود بالسيتوكروم إلى حديديك.
Staph. aureus	بتفاعل النتريت مع مواقع السلفاهيدريل فى Coenzyme A أو α ñ Lipoic acid.

ورغم التأثير المثبط للنتريت، فإن النترات ليست مثبطة لبكتريا حمض اللاكتيك، لذا يمكن إستخدام النترات فى اليوغورت لحفظه دون تثبيط بكتريا حمض اللاكتيك.

كما تستطيع *S. faecalis, S. lactis* مقاومة النتريت رغم إحتوائها على إنزيم Aldolase الحساس للنتريت. وهذا يوضح أن هذه البكتريا غير منفذة للنتريت.

العوامل المؤثرة على كفاءة النتريت Factors affecting the efficacy of nitrites:

١- pH: النترات أكثر تثبيطاً للبكتريا فى الوسط الحمضى خاصة عند pH ٦ فأقل فعند خفض الـــ pH من ٧ : ٦,٩ يزداد معدل تثبيط *Cl. botulinum* عشر مرات (أضعاف).

وعند خفض الـــ pH بمقدار وحدة واحدة يزداد معدل تثبيط *Bacillus, C. sporogenes , Stap. Aureus* عشرة أضعاف، ويفسر ذلك بتكوين حمض النيتروز النشط لذا يزيد تأثير النترات بإضافة مواد منتجة للحموضة مثل جلوكوز دلتا لاكتون أو إستخدام ميكروبات مكونة للحموضة، وزيادة الحموضة تقلل من كمية النترات اللازمة لتثبيط الجراثيم ففى إحدى التجارب على جراثيم *Staph. Aureus* وجد عند pH ٦,٩ تحتاج للتثبيط ٤٠٠٠ جزء / مليون نترات وتقل هذه إلى ٤٠٠ جزء / مليون، ٨٠ جزء / مليون بخفض الـــ pH إلى ٥,٨، ٥,٠٥ على التوالى.

٢- الأكسجين: النتريت أكثر ثباتاً فى الظروف اللاهوائية ففى بيئة هوائية أمكن *Stap. Aureus* النمو فى وجود تركيز عالٍ من نتريت الصوديوم عن المزارع النامية فى ظروف *لا هوائية*.

٣- ملح الطعام: إضافة ملح الطعام يزيد من الفعل المثبط للنتريت وبمعنى أخر يقلل من التركيز اللازم منها.

فقد وجد أن تركيز ٩ – ١٠,٥٪ ملح طعام يمكن ان يثبط *Cl. botulinum* وإنتاجها للتوكسين ولكن عند إضافة النتريت بنسبة ٧٥ – ١٥٠ جزء / مليون فإننا نحتاج فقط ٥,٨ : ٤,٩٪ ملح طعام لإيقاف أو تثبيط تكوين السموم.

٤- تأثير مكونات أخرى: من العوامل التى تقلل إنتاج سم *Cl. botulinum*: وجود سوربات البوتاسيوم – زيادة ملح الطعام وصغر حجم التلقيح وإنخفاض الـــ pH

وإنخفاض حرارة التخزين. ويقال أن تثبيط الكوليسترديا يزداد عند إضافة الحديد فقد وجد أن اللاكتوفيرين والترانسفرين (تحتوى الحديد) تتفاعل مع النتريت لتكوين مثبط فعال ضد نمو *B. cereus*.

مصير النترات المضافة لصناعة الجبن Fate of nitrate in cheese

عند إضافة النترات إلى اللبن الداخل فى صناعة الجبن ينتج عنه نتريت بفعل إنزيم زانثين الأكسيديز الموجود باللبن وفى الصناعة يفقد مايقرب من ٧٠٪ من النترات والنتريت المضافة فى الشرش. والجزء الباقى فى الجبن قد لاتكون له خطورة صحية كبيرة إذ أن الجزء المتبقى فى الجبن (نتريت) يقل أثناء التخزين فقد يتفاعل مع الكازين أو يتحول إلى أكسيد النتريك أو نيتروجين عن طريق الإختزال ببعض سلالات اللاكتوباسلاى. ففى بعض التجارب فى جبن جودا أضيف ١٥ جم نترات لـــ ١٠٠ لتر لبن كانت نسبة النترات فى الجبن الناتج ٥٦ مجم / كجم جبن بعد الصناعة مباشرة وإنخفضت إلى ٣٠ مجم / كجم بعد ٦ أسابيع وبعدها حدث إنخفاض ضئيل. ومن ذلك نرى أن الشرش الناتج يحتوى كمية كبيرة من النترات خطرة بصحة الإنسان خاصة إذا كان الشرش يستخدم بعد تركيزه وتجفيفه مما يؤدى لزيادة معدل النترات والنتريت به وتكوين النيتروز أمينات، ولما كان الشرش يستخدم كمقوم Ingredient فى صناعة الأغذية لذا يجب الإهتمام تجاه الأغذية خاصة المصنعة للأطفال والتى يدخل فيها هذا الشرش لما مايسببه من أضرار صحية، ففى بعض الأبحاث عن شرش ناتج من جبن مصنع بإضافة النترات وجد أن الشرش الناتج من صناعة جبن إستخدم فى صناعته لبن أضيف إليه ٢٠ جم نترات / ١٠٠ لتر لبن، أن النترات فى الشرش الناتج من صناعة هذا الجبن هو حوالى ١٤٣,٤ مجم نتريت / لتر شرش. ويحتوى الشرش المجفف على مستويات عالية من النترات والنتريت تصل إلى ٦٤٤ – ٩٣٧ مجم نترات، ١,١ – ١,٣ مجم نتريت لكل كجم من الشرش المجفف.

التأثير السام للنترات والنتريت:

الإحتياجات اليومية المقبولة ADI تبعاً لمنظمة الصحة العالمية WHO ٠,٥ مجم نترات أو ٠,٢ مجم نتريت لكل كيلوجرام من وزن الجسم. ولم تذكر المواصفات القياسية المصرية شيئاً عن إستخدام النترات فى صناعة الجبن سواء أكانت قانونية أو

غير قانونية بينما وزارة الصحة تنص على إمكانية إستخدام تركيز ٠,٠٤ نترات بوتاسيوم وهذا يتمشى مع ماتنص عليه تشريعات بعض الدول التى تسمح بإستخدام النترات فى صناعة الجبن إذ أن هناك دولاً تحرم إستخدامها.

تسمم النترات :

ويلاحظ أن التركيزات المنخفضة من النترات أو النتريت فى الجبن لايمثل خطورة على المستهلك إلا أن زيادة الكمية المضافة قد ينشا عنه أخطار صحية فتعاطى ٨ – ١٥ جم نترات تسبب إلتهابات معدية شديدة مع ألم فى البطن ودم فى البول والبراز وضعف صحى كما أن التعاطى المستمر من الجرعات الصغيرة من النترات تسبب سوء هضم وخلل عقلى Metal depression وصداع ونقص الأكسجين فى الأنسجة Anoxia مما يؤدى لزيادة نفاذية الغشاء المخاطى للأنتيجينات كما ينشأ عنه أيضاً تدهور الغدة الدرقية وضعف الجهاز المناعى وتغيرات فى رسم القلب.

تسمم النتريت :

ورغم أن تسمم النترات فى الإنسان أمر غير شائع ولكن التسمم يرجع أساساً لإختزاله إلى نتريت وذلك إما خارجياً فى الأغذية المحتوية على نترات وذلك بفعل الميكروبات أثناء نقل وتخزين وتصنيع هذه الأغذية وإما داخلياً فى القناة الهضمية وتجويف الفم حيث يتحول ٦ – ٧٪ من النترات إلى نتريت فى بحر ٤ – ٢٤ ساعة. ومن أعراض التسمم بالنتريت إزرقاق البشرة Cyanosis وإنخفاض ضغط الدم وزيادة معدل ضربات القلب.

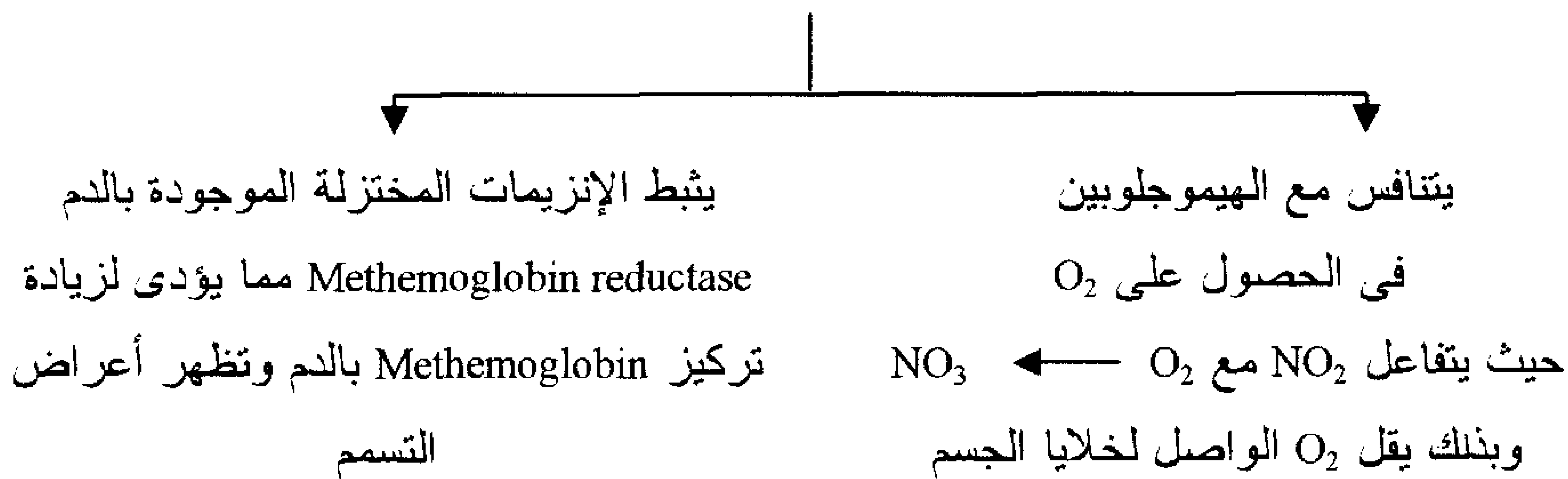
ويعود التأثير السام للنتريت إلى تفاعله فى المعدة مع الأمينات الثنائية والثلاثية والأميدات الموجودة بالغذاء وتكوين مركبات النيتروز N- nitroso ñ compounds وهى مركبات سرطانية كما قد تتفاعل النتريت مع هيموجلوبين الدم مكونة Methemoglobin نتيجة أكسدة الحديدوز إلى حديديك مما يمنع أو يقلل من قدرة الدم على نقل O_2 وتوصف هذه الحالة المرضية بأسم Methemoglobinemia. ويعتبر الأطفال أكثر حساسية للتأثير السام لمركبات النترات والنتريت.

ظاهرة المثيموجلوبنيميا Methemoglobinemia (التسمم الناشئ عن النتريت):

وتحدث هذه الحالة نتيجة أكسدة ذرة الحديد فى الهيموجلوبين Hemoglobin من حالة الحديدوز Fe^{2+} إلى حالة حديديك Fe^{3+} ويتحول إلى هيموجلوبين غير قادر على نقل الأكسجين فى الجسم مثيموجلوبين Methemoglobin ويمكن تفسير مايحدث فيما يلى: من المعروف أن هيموجلوبين الدم يحتوى أيون الحديدوز وهو المسئول عن إمتصاص الأكسجين من الدم ونقله إلى خلايا الجسم، وقد تتكون نسبة ضئيلة من مركب Methemoglobin يحتوى أيون الحديديك وهى نسبة لاتتعدى ٠,٨٪ من نسبة هيموجلوبين الدم وهذه النسبة تقوم إنزيمات مختزلة موجودة بالدم إلى إختزالها بمجرد تكوينها إلى هيموجلوبين. ولكن فى حالة وجود أيونات النتريت فإن هذه الأيونات تقوم بالعمليات التالية:

١- تنافس الهيموجلوبين فى الحصول على O_2 وتتفاعل معه وتعطى نترات وبذلك تقل كمية O_2 الواصلة إلى الخلايا فتموت ويموت الكائن الحى .

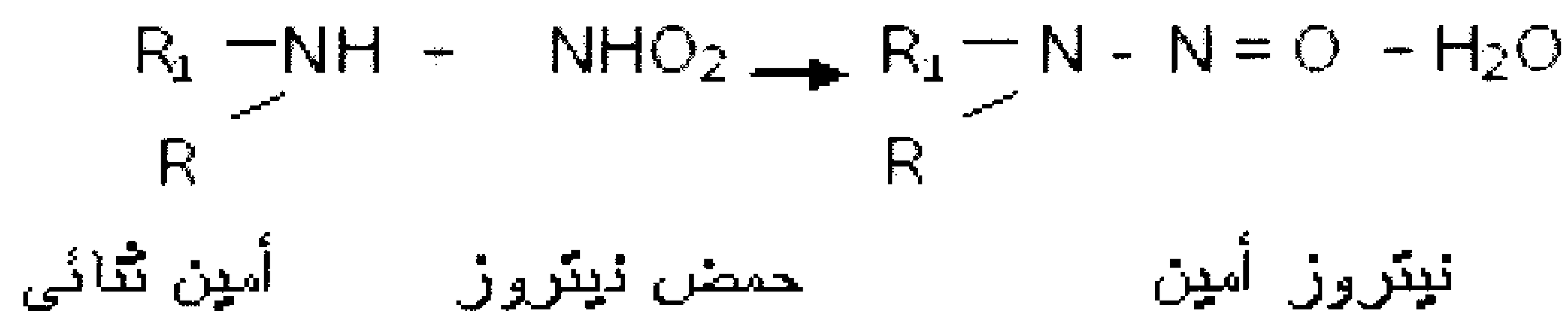
٢- تعطل الإنزيمات الإختزالية التى تختزل ماقد يتكون من مركب Methemoglobin وبذا يتراكم هذا المركب الأخير فى الدم، وتظهر أعراض التسمم به عندما تصل نسبته فى الدم ١٠٪ من نسبة الهيموجلوبين، وتحدث إضطرابات فى التنفس والنبض عندما تصل نسبته ٢٠٪ من نسبة الهيموجلوبين، وتحدث الوفاة عندما تصل نسبته ٧٠٪ من نسبة الهيموجلوبين.



ويعتبر الأطفال الرضع أقل من ٣ شهور أكثر حساسية للإصابة بحالة Methemoglobinemia عن الأطفال أو الكبار فيما عدا النساء الحوامل والأشخاص الذين يعانون من نقص وراثى فى إنزيمات Methemoglobin reductase أو Glucose - Phosphate dihydrogenase ويرجع زيادة حساسية الرضع إلى نقص نشاط Methemoglobin reductase لديهم وقلة كفاءة المعدة فى إفراز الحموضة وهذه تسمح بنشاط البكتريا المختزلة للنترات، وتحدث التسمم خاصة عند الرضع إذا كان معدل النترات فى ماء الشرب (المستخدم فى الرضاعة الصناعية) أكثر من ١٠٠ مجم/لتر خاصة إذا كان الرضيع مصاباً بأمراض الجهاز التنفسى أو بالإسهال.

مركبات النيتروزأمين N- nitroso ñ compounds:

تتكون هذه المركبات نتيجة تفاعل الأمينات خاصة الأمينات الثنائية Secondary amines مع النتريت أو حمض النيتروز



وقد تتكون كذلك من الأمينات الثلاثية Tertiaryamines ومركبات الأمونيوم الرباعية Quaternary ammonium compounds والأمينات الأولية Primary amines. ولكن تتكون من الأمينات الأولية بدرجة قليلة جداً مما يدل على أن الأمينات الأولية يجب أن تتحول إلى ثنائية كى تدخل فى تكوين هذه المركبات وهذا ماقد يفسر انه رغم أن الهستامين والتيرامين من الأمينات الرئيسية فى الأغذية مثل الجبن والسمك إلا أنها لاتدخل ضمن الأمينات التى تتحول إلى نيتروز أمين. وتوجد مركبات النيتروزأمين فى بعض الأغذية مثل الجبن والسمك والبيرة وعيش الغراب والتوابل واللحوم المصنعة وزيت فول الصويا، كما توجد بكميات ضئيلة فى الأغذية المجففة بالحرارة مباشرة مثل اللبن المجفف، والقهوة سريعة الذوبان. وبالنسبة للجبن فإن كمية النيتروز أمينات بها قليلة ومتضاربة فمعظم النتائج تشير إلى أن معدلها فى الجبن أقل من ١٠ ميكروجرام لكل كيلوجرام من الجبن ومعظمها ١ – ٥ µg / كجم. ويبدو أنه لايوجد علاقة مابين ماتحتويه الجبن من النيتروز أمينات وكل من النترات الداخلة فى تصنيعها

أو كمية النترات المتبقية فى الجبن بعد التصنيع فقد وجدت هذه المركبات (النيتروز أمينات) فى الجبن التى لم تدخل النترات فى تصنيعها وعموماً فإن كمية النيتروز أمينات التى تسهم بها الجبن فى الغذاء قليلة جداً يمكن التغاضى عنها إذا ما قورنت بما تسهم بها الأغذية الأخرى.

وليست الأغذية هى المصدر الوحيد لهذه المركبات فقد تخلق فى الجسم إذ أن الجسم ينتج النتريت، كما توجد هذه المركبات فى السجائر وأدوات التجميل (ملامسة الجلد) وبعض الأدوية ومنتجات المطاط مثل إطارات السيارات والحلمات المطاطية للأطفال Pacifier والحلمات المطاطية لزجاجات رضاعة الأطفال Nipples وتنتقل للأطفال عند تعقيم هذه الحلمات، وتعتبر السجائر من المصادر الهامة للنيتروز أمينات فى الإنسان فالشخص الذى يدخن علبة سجائر فى اليوم فإنه يستنشق ١٤ – ١٨ جزء فى المليون نيتروز أمينات يومياً، والمصدر التالى فى الأهمية هو الإنتاج الداخلى فى جسم الإنسان.

ومتوسط ما يتناوله الإنسان يومياً ٠,٥ – ١ µg تسهم الجبن بـــ ٠,١ – ٤٪ منها كما أن حد الأمان ٥ – ١٠ µg / كجم غذاء فى اليوم.

ويتوقف معدل تكوين هذه المواد فى الغذاء على عدة عوامل من أهمها:

- الـــ pH فأفضلها من ٢ – ٤,٥ (٣,٥) لذا تتكون فى معدة الحيوان والإنسان لإنخفاض pH العصير المعدى. كما يزداد معدل تكوين هذه المركبات بزيادة تركيز المواد المتفاعلة ففى الوسط الحمضى المتعادل يتناسب معدل تكوينها مع تركيز الأمين ومربع تركيز حمض النيتروز أى أن

المعدل = ثابت (تركيز الأمين) (تركيز حمض النيتروز)٢

$$Rate = K [R_2NH] [HNO_2]^2$$

ويكون أقصاها عند pH ٤,٣. وتتوقف درجة ثبات النيتروز أمين المتكون على قاعدية الأمين فمركبات النيتروز المتكونة من الأمينات الأحادية طيارة غير ثابتة أما المركبات المتكونة من الأمينات الثنائية أو الثلاثية فهى غير طيارة ولذا فهى ثابتة.

- ووجود المواد المضادة للأكسدة من العوامل التى تقلل أو تمنع أو تعوق تكوين مركبات النيتروز أمينات ومن هذه المضادات فيتامين C والتوكوفيرولات بتركيز ٥٠٠ – ١٠٠٠ مجم / كجم غذاء من فيتامين C، ١٠٠ – ٥٠٠ مجم توكوفيرول / كجم غذاء. وإستخدام فيتامين C والتوكوفيرول معاً اقوى من تأثير كل منهما على حدة. وهذا ماقد يفسر نقص خطورة النترات فى بعض الأغذية مثل الأغذية الورقية فهى رغم إحتوائها على النترات (التى قد تتحول إلى نيتروز أمين) إلا أنها غنية بفيتامين E , C وهى مواد حامية فهى تمنع أو تعوق التحلل الحادث للنتريت وبذلك لاتتداخل مع الأمينات فيقل تكون النيتروز أمين.

ويوجد أكثر من ٦٠ مركب من مركبات النيتروز أمينات مختلفة معظمها مواد مسرطنة قوية مثل Diethyl nitroseamine, Dimethyl nitroseamine وقد ثبت وجود هذه المركبات فى معدة الحيوانات التى تتعاطى أغذية تحتوى أمينات وهذه المركبات ترتبط مباشرة بالـــ DNA وتسبب أوراماً سرطانية فى كثير من أعضاء الجسم ومن حسن الحظ يقال بأن الإنسان أكثر قدرة على مقاومة مركبات النيتروز أمين مقارنة بحيوانات التجارب حيث أن خلايا الإنسان لها قدرة على إصلاح DNA أضف إلى ذلك أن كثير من الأغذية تحتوى عوامل حامية مثبطة لعملية Nitrosation كما أن غالبية النيتروز أمينات المتكونة بها من النوع المتطاير. وفى اللحوم المصنعة يمكن تقليل فرصة تكوين النيتروز أمينات بإضافة مواد مختزلة (مضادة للأكسدة) مثل Erythobate , Ascorbate لمخلوط التتبيل مع تقليل النترات المضافة.

د- حمض السوربيك وأملاح السوربات

وهى تضاف للبن الزبادى والجبن لمنع نمو "فطريات. وتعتبر أملاح السوربات وحمض السوربيك أكثر المواد الحافظة المعروفة أماناً.

هـــ- ثانى أكسيد الكبريت

وقد يضاف إلى الجبن المطبوخ بهدف تبييض اللون، ونعومة الملمس. وقد ثبت أنه يتلف فيتامين B_1، ويسبب الحساسية (ربو)، ويؤذى الغشاء الداخلى للأمعاء والمعدة، والجهاز التنفسى خاصة عند الأطفال كما قد يضر بالكبد والكلى.

٢- المواد الصناعية المضادة للأكسدة

وهى تستخدم لحفظ المنتجات الدهنية ومن أمثلتها بيوتليدهيدروكسى أنيزول Butylated hydroxyl ansole وبيوتليد هيدروكسى تولوين Butylated hydroxyl toluene وهى تستخدم فى كثير من الدول بتركيز لايزيد عن ٠,٠٢٪ فى الأغذية. كما يصرح بإستخدامها كدهانات داخلية فى مواد التعبئة والتغليف.

ويقال أن هذه المواد قد تكون سامة تسبب الإصابة بالسرطان، وتحدث تغيرات فى الغدة الدرقية، وتزيد من نشاط إنزيماتها بدرجة غير طبيعية.

٣- الملونات الصناعية

رغم أنه لايسمح بإضافتها إلى اللبن ومنتجاته، إلا أنها قد تستخدم فى صناعة بعض المثلجات اللبنية بقصد تحسين لونها وإيهام المستخدم بإحتواء الناتج بعض عصائر الفاكهة الطبيعية. وهناك هجوم كبير ضد إستخدام الألوان الصناعية فى الأغذية خاصة أغذية الأطفال وينصح بالإقلال من إستخدامها. وفى مصر يسمح بإستخدام تسعة ألوان صناعية.

ويحذر علماء التغذية من إستخدام هذه الألوان إلا بعد التأكد من سلامتها وأمنها. إذ أن الكثير منها كان سبباً رئيسياً فى قائمة طويلة من الأمراض لايظهر آثارها إلا بعد مضى عدة سنوات لخاصية تراكمها فى الجسم وبالتالى إفساد أجهزته.

٤- المحليات الصناعية

وهى مواد ذات طعم حلو، لاتنتمى إلى السكريات أو المواد الغذائية المعطية للطاقة. وهى مواد لاتحتاج إلى الإنسولين لهضمها. وتستخدم فى الأغذية الخاصة بأمراض البدانة (لأنها لاتعطى سعرات حرارية للجسم) ولمرضى السكر. وقد تدخل فى صناعة المثلجات اللبنية. ومن أكثرها إستخداماً:

السكلات: وقد تم منعه فى كثير من الدول لأضراره.

السكارين: وقد يكون ضاراً بالصحة، حيث أشارت إحدى التجارب إلى أنه قد يسبب سرطان المثانة.

الإسبرتام: وهو منتج شبه طبيعى يتكون من حمضين أمينيين (الإسبارتك – الفنيل ألانين) من مكونات البروتين.

سيسلفام – ك: وهومنتج صناعى يتميز بثباته الشديد، وتحمله لظروف التصنيع.

وقد يكون الإسبرتام أكثر أماناً يليه سيسلفام – ك ثم السكارين.

٥- مواد مضافة أخرى

ومن أمثلتها المواد المكسبة للطعم والرائحة (طعم الموز - طعم الفراولة) وتضاف فى صناعة الألبان المتخمرة، والمواد المحسنة للقوام. كما قد يضاف طعم بعض اللحوم أو الدجاج فى صناعة بعض أنواع الجبن الخاصة. ويمثل الجدول التالى (٧٨) أهم المواد المضافة والحدود المسموح بها.

جدول (٧٨) يوضح الحدود المسموح بها من المواد المضافة يومياً (مجم / كيلوجرام من وزن الجسم)

نوع المادة المضافة	الحد المسموح به	نوع المادة المضافة	الحد المسموح به
١- المواد الحافظة			
حمض البنزويك وأملاحه	صفر - ٥	حمض البروبيونك وأملاحه	بدون حدود
حمض السوربيك وأملاحه	صفر - ٢٥	نيتريت الصوديوم	صفر - ٠,٢ (سام)
نترات الصوديوم	صفر - ٥	ثانى أكسيد الكبريت	٠,٣٥
٢- مضادات الأكسدة			
BHA	صفر - ٠,٣	BHT	صفر - ٠,٣
جالات البروبيل	صفر - ٢,٥	توكوفيرولات ألفا	٠,١٥ - ٢
٣- مواد ملونة			
كارموزين (أحمر)	١,٢٥	كوكسين الحديد (أحمر)	٠,١٢٥
أزوجرنين (أحمر)	٠,١	أرتيروزين (أحمر)	٢,٥
أصفر غروب الشمس (أصفر)	٢,٥	طارطازين (أزرق)	٧,٥
الأزرق اللامع (أزرق)	٢,٥	بيتاكاروتين	٥
الأسود اللامع (أسود)	١	ريبوفلافين	صفر - ٥
مستخلص الأناتو	صفر - ٠,٠٦٥		صفر - ٠،٥
٤- المحليات الصناعية			
المانتول	صفر - ٥	السكارين وأملاحه	صفر - ٢,٥ (سام)
إسبرتام	٤٠	إسيسلفام - ك	٩

وبصفة عامة فقد أظهرت كثير من النتائج آثاراً ضارة للمضافات المصنعة كيميائياً تمثلت فى:

١- خلل فى وظائف الكبد.

٢- إرتفاع نسبة الإصابة بالسرطان.

٣- نقصان الوزن العام ووزن الأعضاء ونقص هيموجلوبين الدم وكرات الدم البيضاء.

٤- زيادة نشاط الغدة الدرقية وخلل فى نظام التمثيل الغذائى.

٥- موت الجنين قبل ولادته أو تشوهات خلقية به، ونقص فى وزن الجنين.

المراجع باللغة العربية

- **إحسان على محاسنة (١٩٩١):** البيئة والصحة العامة. الشروق. عمان. العلوم الحياتية. جامعة مؤته.
- **أحمد عبدالوهاب عبدالجواد (١٩٩٥):** تلوث المواد الغذائية. سلسلة دائرة المعارف البيئية. الدار العربية للنشر والتوزيع. طبعة أولى.
- **أحمد عسكر وفتح الله الوكيل (١٩٨٧):** المواد الحافظة للأغذية: الخواص –الإستخدام– التأثير. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.
- **أمل عبد الرحمن (١٩٩٥):** تأثير تلوث الغشاء المخاطى للفم. رسالة ماجستير. كلية طب الأسنان جامعة القاهرة. القاهرة.
- **توفيق محمد قاسم (١٩٩٩):** التلوث مشكلة اليوم والغد. الهيئة المصرية العامة للكتاب. وزارة الدولة لشئون البيئة.
- **جمال الدين الوراقى (١٩٨٩):** الغذاء والسرطان. دار البحر الأبيض المتوسط للنشر. القاهرة.
- حامد التكرورى وخضر المصرى (١٩٩٩) علم التغذية العامة. أساسيات فى التغذية المقارنة. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة. الطبعة الأولى.
- **حسين عبدالحى قاعود ومحمد انور حسين (٢٠٠٥):** المبيدات: المنافع والأضرار. دار المعارف. القاهرة.
- **حمدى الأنصارى (١٩٨٣):** السرطان. دار العلوم للطباعة والنشر. الرياض.
- **رامى. أ (١٩٩٢):** الكوليسترول والحد من مخاطره. ترجمة مركز التعريب والبرمجة. الدار العربية للعلوم. بيروت.
- **زيدان هندى عبدالحميد ومحمد إبراهيم عبد المجيد (١٩٩٦):** الملوثات الكيماوية. مراجعة محمد فوزى الشعراوى. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.
- **زيدان هندى عبدالحميد ومحمد إبراهيم عبدالمجيد (١٩٩٨):** الإتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات. الجزء الأول "الإقتصاديات – التركيب – السلوك. "الدار العربية للنشر والتوزيع". القاهرة.
- **زيدان هندى عبدالحميد ومحمد إبراهيم عبدالمجيد (١٩٩٨):** الإتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات. الجزء الثانى "التوازن البيئى والتحكم المتكامل" الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.

- **زيدان هندى عبدالحميد (١٩٩٩):** تقييم مخاطر المبيدات والملوثات البيئية. مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ – ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩). جامعة القاهرة.
- **زينب الأمير الشرقاوى (١٩٩٥):** تأثير المبيدات الحشرية والمنزلية على النساء الحوامل. رسالة ماجستير كلية طب جامعة عين شمس. القاهرة.
- **سامية محمد على الحوسينى (١٩٩٦):** الأفلاتوكسينات كمشكلة غذائية بيئية صحية. مجلة أسيوط للدراسات البيئية (عدد يوليو).
- **سعد على زكى (١٩٨٨):** الميكروبيولوجيا التطبيقية العملية. مكتبة الأنجلو المصرية.
- **شريف السيد الحمصى (١٩٩٧):** خطة قومية شاملة للحد من مخاطر التلوث بالمبيدات فى مصر (ملخص). مؤتمر الجامعات فى خدمة المجتمع وتنمية البيئة. جامعة القاهرة.
- **عادل مصطفى الخولى (١٩٩٩):** الرقابة الصحية على الألبان ومنتجاتها. جامعة عمر مختار الدار البيضاء. الطبعة الأولى.
- **عبد العزيز نور (١٩٩٩):** التلوث البيئى وتأثيره على اللحوم والأسماك. مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ – ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩). جامعة القاهرة.
- **عبدالجواد إمام أبوداود (١٩٩٩):** ملوثات الغذاء العارضة الكيماوية. أضرارها وكيفية الحد منها مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ – ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩) جامعة القاهرة.
- **عبدالرحمن مصيقر (١٩٩٧) الغذاء والتغذية:** الكتاب الطبى الجامعى. منظمة الصحة العالمية المكتب الأقليمى بشرق المتوسط – أكاديمية إنترناشيونال للنشر والطباعة بيروت – لبنان
- **عبده السيد شحاته (١٩٩٩):** أمراض ناتجة عن الغذاء المكتبة الأكاديمية.
- **على تاج الدين فتح الله تاج الدين وضيف الدين هادى الجارحى (١٩٩٨):** التلوث والبيئة الزراعية. النشر العلمى والمطابع جامعة الملك سعود.
- **فتحى عبدالعزيز عفيفى (٢٠٠٠):** أسس علوم السموم دار الفجر للنشر والتوزيع. الطبعة الأولى.
- **فرحة الشناوى (٢٠٠٣):** جهازك المناعى يحميك من الميكروبات والأمراض. كتاب الهلال الطبى العدد ٢٩ دار الهلال.

- **فؤاد هويدى** (٢٠٠١): جنون البقر وجنون البشر. شمس للزراعه. مجلة زراعيه متخصصه العدد ٤٢ ص ٣٦.
- **لطفى فهمى حمزاوى** (٢٠٠٤): سلامة الغذاء: الهاسب وتحليل المخاطر. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
- **مجدى خليل سليمان وآخرون** (١٩٩٧): دراسات على بعض ملوثات المياه وتأثيرها على البلطى المستزرع (ملخص). الندوة السعودية الأولى للعلوم الزراعية (٢٥ – ٢٧ مارس ١٩٩٧). الرياض. المملكة السعودية.
- **محمد السعيد الزمينى** (١٩٩٢): تحليل متبقيات المبيدات فى الأغذية.
- **محمد السعيد صالح** (١٩٩٢): تحليل متبقيات المبيدات فى الأغذية. وزارة الزراعة. مصر.
- **عبدالله محمد إبراهيم** (١٩٩٨): المبيدات سلاح ذو حدين. مركز الأهرام للنشر والتوزيع.
- **محمد السيد أرناؤوط** (٢٠٠٧): التلوث البيئى وأثره على صحة الإنسان. الهيئة المصرية العامة للكتاب. مكتبة الأسرة.
- **محمد فرج خلف وإبراهيم محمد حسن** (١٩٩٥): التقرير النهائى لمشروع دراسة مسحية عن الملوثات الكيماوية لبعض أسماك المياه العذبة فى جمهورية مصر العربية (يوليو ١٩٩٤ – يونيو ١٩٩٥). المشروع القومى للأبحاث الزراعية وزارة الزراعة. القاهرة.
- **محمد محمد محمد هاشم** (٢٠٠٠): الأمراض التى تنتقل من الحيوان ومنتجاته إلى الإنسان. دار المعارف. القاهرة.
- **محيميد عبدالله الحبورى** (١٩٩٠): علم البكتريا الطبية.
- **مدحت حسين خليل محمد** (٢٠٠١): أساسيات علم الحياه "الباب العشرون: المناعة" دار الكتاب الجامعى.
- **نبيل محمد مهنا – ليلى عبدالمنعم السباعى** (٢٠٠٠): تعبئة وتغليف الأغذية ومنتجات الألبان. منشأة المعارف – الأسكندرية.
- **نيل إستريشيو وآخرون** (١٩٩٧): التلوث الهوائى بعنصر الرصاص بمدينة القاهرة الكبرى (ملخص). مؤتمر الجامعات فى خدمة المجتمع وتنمية البيئة. جامعة القاهرة.

مراجع أجنبية

- **Abd ñ E L ñ Kader ; M. A.; Abu ñ Zahw , M. A.; Tork, J. Y. and Ayoub, M. R. (1994):** Organochlorine pesticide residues in milk and milk products. Egypt. J. Appl. Sci., 9 : 267.
- **Abd Alla, E. A. A., Kawther El- Shafei, G. A.; Ibrahim, G. A. and Sharaf, O.M. (1996):** Changes in microflora and biogenic amines of some market processed cheeses during storage. Egypt. J. Dairy Sci., 24 : 217.
- **Abou ñ Arab, (1991):** Microbiological and compositional quality of dairy products in relation to some pollutants. pH. D. thsis. Faculty of Agric., Ain Shams Univ., Cairo, Egypt.
- **Ahmed, A. A. H. (1989):** Behaviour of *Listeria monocytogenes* during preparation and storage of Yoghurt Assuit Vet., Med., J. 22 :76.
- **Ahmed, A. A. H. (1989):** Behaviour virulent *Yersinia enterocolitica* in Domiatta cheese Assuit Vet., Med., J. 22 :43.
- **Ahmed, A. A. H.; Moustafa, M. K.; El ñ Bassiony, T. A. (1986):** Growth and survival of *Yersinia enterocolitica* in Yoghurt. J. Food prot., 44 : 983.
- **Ahmed, A. A. H., Ahmed, S. H. Moustafa, M. K. and Nagah, M. Saad. (1989):** Grouth and survival of *Listeria monocytogenes* during manufacturing and storage of Domietta cheese. Assuit Vet., Med., J.22 : 88.
- **Ahmed, A. El- Leboudy (1994):** Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in cream and ice cream. 6th Scientific Congress, 20 ñ 22 Nov., 1994. Fact. Vet. Med. Assiut, Egypt.
- **Ahmed, H. F. and Abd EL ñ Gaber, G. (1994):** Occurrence of Clostridium perfringens in some imported dairy products with consideration to some plating media used for its enumeration.
  6th Scientific Congress , 20 ñ 22 Nov. , 1994 . Fact. Vet. Med . Assiut , Egypt .
- **Al ñ Kholy, A. M, Ragaa, S. Hafez; Aman, I. and Mahmoud, M. D. (1995):** Studies on some food ñ poisoning bacteria in ice cream.
  Beni ñ Suef. Vet. Med. Res., 5 : 308.
- **Al ñ Kholy, A. M, Ragaa, S. Hafez and Mahmoud, M. D. (1995):** Occurrence of some food poisoning bacteria in Egyptian soft cheese, Beni ñ Suef. Vet. Med. Res. , 5 : 342.
- **Al ñ Kholy, A. M. (1992):** Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in ice cream and Yoghurt, Assuit Vet. , Med. , J. 27 :108.
- **Al ñ Kholy, A. M.; El ñ Shinway, S. H. and Hafiz, N. M. (1991):** Prevalence of Yersinia enterocolitica in Egyptian soft cheese. Beni ñ Suef. Vet. Med. Res., 1: 206.
- **Al ñ Kholy, A. M.; and Ahlam, El- Leboudy. (1995):** Incidence of Listeria monocytogenes and other species in Cow's and Buffaloe's milk. Beni ñ Suef. Vet. Med. Res. , 5 : 320.
- **Al ñ Kholy, A. M.; and Ahlam, El- Leboudy. (1995):** Prevalence of *Listeria* in locally cooking and imported butter . Beni ñ Suef. Vet. Med. Res., 5 : 356.
- **Al ñ Kholy, A. M. (1992) :** Prevalence of *Campylobacter jeujni* in milk and its puplic health significance. 5th Scientific Conference. 8 ñ 10 Nov. 1992. Fac. Of Vet. Med. , Assiut Univ. Egypt .

- **Amer, M. M. (1999):** Pesticide monitoring and its health problems in Egypt (Third World country)

مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩) القاهرة ٧٢٦ : ٧٤٦

- **Andrew, A. M.; Richard, F. S.; Michael, C. F. and Daniel, O. (1997):** Dioxin and furan residues in wood mice (A podemus sylvaticus) following a large scale polyvinylchloride (PVC) fire. Enviromental pollution, 97: 213.
- **Andrews, L. S.; Marshall, D. L. and Groder, R. M. (1995):** Radio sensitivity of listeria monocytogenes at various temperatures and cell concentration. J. Food Prot. , 58 : 748.
- **Andrews, L. S.; and Grodnen, R. M. (1997):** Radio sensitivity of listeria monocytogenes using split dose application of gamma radiation. J. Food Prot. , 60 : 262.
- **Andrew, A. and Daniel, O. (1995):** Dioxins released from chemical accidents, Nature, 375 : 353.
- **Antila, P.; Antila, V.; Matula, J. and Hakkarainen, H. (1984):** Biogenic amine in cheese. Factors infiuencing the formation of biogenic amines with particular reference to the quality of the milk used in cheese making. Michwissen schalt, 39 : 400.
- **Back, E.; Malky, R. ; Kijser, Betal. (1980):** Enterotoxigenic E. coli and other gram ñ negative bacteria of infantile diarrhorea: surface antigens, hemagglutinins, colonization factor antigen and loss of entero ñ oxigenicity. J. Inf. Dis., 142 : 318.
- **Baldwin, M. A., Cohen, F. E. and prusinen, S. B. (1995):** Prion protein isoforms, aconvergence of biological and structural investigations . J. Biol. Chem. , 270 : 197.
- **Bartik, M.; and Piskac, A. (1981):** Veterinary toxicology. 1sted Elsevier Scientific Publishing company, Amsterdam. Oxford, New York.
- **Botsoglou, N. A and Fletouris, D. J. (2001):** Drug residues in foods: Pharmacology, Food safety and analysis. New York: Marcel Dekker
- **Buchnan, R. L.; Edelson, S. G. and Boyd, G. (1999 :** Effect of pH and acid resistance on the radiation resistance of enterochemorrhagic *Escherichia coli*. J. Food Prot., 62: 219.
- **Carlk , R. B. (1989) :** Marine pollution . Oxford Science Publication.
- **Chapman, H. R. and Sharp, M. E. (1981):** Microbiology of cheese, in dairy microbiology Vol 2, The microbiology of milk products, Robinson, R. K. (Ed). Applied Science Publishers: London and New York.
- **Claudir, P.; Oliveira, M.; Beatriz, A. G.; James, F.B.; and Richard, A.S. (1995):** Nitrate, nitrite, and volatile nitrosamines in whey containing food. J. Agric. Food Chem.; 43: 967.
- **Cray, J.; Irvine, D. M.; and Kakuda, Y. (1979):** Nitrates and nitrosamines in cheese. J. Food Protection , 42 : 263.

- **Darwish, S. M. (1993):** Development of hiogenic amines in hungrain hard cheese during ripening. Egypt. J. Dairy Sci. , 21 :313.
- **De Armond, S. J. and Prusiner, S. B. (1995):** Etiology and pathogenesis of prion diseases . Am. J. Pathol. 146: 785.
- **Degheidi, M. A.; Effat, B. A. and Shalaby, A. R. (1992):** Development of some biogenic amines during Ras cheese ripening with special refrence to different starters. Proc.5th Egyptian conf. Dairy Sci. and Tech.
- **Easa, M. E.; and Mahmoud, A .M. (1997):** Pollution and its effect on fish and human health in ARE. Conference, the role of universities in community and environmental development. Cairo Univ. Cairo, Egypt.
- **Edwards, S. T. and Sandine, W. E. (1981):** Puplic health significance of amines in cheese. J. Dairy Sci. 64 : 2431.
- **El ñ Sayed, A. M., Add ñ Alla, N. S. and Seham, Abd ñEl ñ Ghani (1993):** Evalution of pesticide residues in dried whole milk imported into Egypte. the 4th Symposium (food pollution), 15 -16 Nov. 1993 . Assiut Egypt.
- **El ñ Nezami, H.; Kankaanpaa, P.; S. and Ahokas, J. (1998):** Physicochemical alterations enhance the ability of dairy strains of lactic acid bacteria to remove aflatoxin from contaminated media. J. Food Prot. 61 : 466.
- **El ñ Nezami, H.; Kankaanpaa, P.; S. and Ahokas, J. (1998):** Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind a common food carcinogen, aflatoxin B, Food and Chemical toxicology , 36 : 32.
- **El ñ Zayat, A. I. and Bagoury, E. H. (1988):** Tryptamine, Tyramine and Histamine content of Domiati , Ras and Roquefort cheese. Egypt . J. Dairy Sci. 16 :197.
- **Enb, A. K. M. (1987):** Pesticides residues in milk and dairy products, MSC. Thesis Cairo Univ.
- **Evenson, M. L.; Hinds, M. w.; Bernstein, R. S. and Bergdoll, M. S. (1988):** Estimation of human dose of staphylococcal enterotoxin A from a large outbreak of staphylococcal enterotoxin involving chocolate milk. Int. J. Food, Mic., 7: 311.
- **Fawzi, A. S. M. (1997):** Effects of A zinophas ñ Methyl pesticide on goats 'milk production , its chemical and physiological properties .
ph.D .thesis, Cairo Univ.
- **Fathi, S. H. M. and Saad, N. (1992):** Asurvey of some selected food items for the presence of Listeria monocytogenes and other *Listeria* species. Assuit Vet., Med. , J. 27 : 114.
- **Fathy, F. M. (1999):** Bovine spongiform encephalopathies (BSE), Afal hazard hidden in feeds and foods: A review.
مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعي آمن في الوطن العربي (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩) القاهرة
- **Fischer, w. J.; Trischer, A. M.; Stadler, R. H. and Schilter, B. (2003)** Contaminants of milk and dairy products . Encyclobidia of Dairy Sci. , 1: 528.
- **Fricker, C. R. (1987):** The isolation of Salmonellas and Campylobacters. J. Appl. Bact. , 63 : 99.
- **Fruin, J. T. (1978):** Types of Clostridium perfringens isolated from selected foods . J. Food Prot., 41 : 768.

- **Garrido, M. D.; Jadral, M. and Pozo, R. (1994):** Organochlorine pesticides in spanish sterilized milk and associated health risks. J. of food protection 57: 249.

- **Garin ñ Bastuji , B. (2003) :** *Brucella spp* . Enclopedia of dairy sciences . p181 .
- **Grosvenor, C. E. ; Picciano, M. F. and Baumr ucker, C. R. (1993):** Hormons and growth factors in milk . Endocrine reviews 14:710 .

- **Halasz, A. A.; Barath, L. Simon ñ Sarkadi; and Holzapfel, W. (1994)** Biogenic amines and their production by microorganisms in food (review). Trends in food science & Technology, February vol 5. El seiver science Ltd . Publisher, London and New York .

- **Hankinson, D. J. (1975):** Potential source of copper contamination of farm milk supplies measured by Atomic Absorption Spectrophotometer J. Dairy Sci. , 58 : 326.

- **Hallikainan, A. and Vartianen, J. (1997):** Food control surveys of polychlorinated dibenzo ñp- dioxyins and dibenzo furans and intake estimates. food additives and contaminats , 14 : 355.

- **Hayes, P. S.; Feeley, J. C., Graves, L. M. et al (1986):** Isolation of Listeria monocytogenes from Raw milk Appl. Environ. Micro. 51 : 438.
- **Hosein, H. I. and El ñ Kholy, A. M. (1993) :** Studies on Bovine brucellosis in midde Egypt. The 4th Symposium (Food pollution) 15 ñ 17 Nov. 1993. Assiut, Egypt.

- **Hubert, R, John, W.F. and Patrick, F.F. (2003):** Encyclopedia of dairy sci., Academic press , An imprint of Elsevier sci. , p 181

- **Ishiwata, H.; Inoue, T., Yamazaki, T.; Yashihira, K. (1987):** Liquid chromatographic determination of melamine in beverages. J. A ssoc. Off Anal. Chem. 70 : 457.

- **Jayne, E. Stratton; Rovert, W. Hulkins; and Steve, L. Taylor (1991)**: Biogenic amines in cheese and other fermented foods : A review J. Food Production , 54 : 460.

- **Joosten, H. M. J. (1988):** The biogenic amine content of Dutch cheese and their toxicological significance. Neth. Milk Dairy J., 42 : 25.

- **Joosten, H. M. L. J. and Stadhouders, J. (1987):** Conditions allawing the fermentation of biogenic amines in cheeses, 1- Decarboylative properties of starter bacteria. Neth. Milk Dairy J. 41: 247.
- **Joosten, H. M.and Northolt, M. D. (1987):** Conditions allawing the fermentation of biogenic amines in cheeses, 2- Decarboylative properties ofsome non starter bacteria . Neth. milk Dairy J. 41: 259.
- **Joosten, H. M. L. J. (1987):** Conditions allawing the fermentation of biogenic amines in cheeses 3- Factors infilencing the amounts formed. Neth. milk Dairy J.41: 329.
- **Joosten, H. M. L. J. (1988):** The biogenic amine contents of Dutch cheese and their toxicological significance. Neth . milk Dairy J. 42 :25.
- **Kandil, A. A. (1999):** Pesticides residues in food.

- **Larry Branen, A.; Michel Davidson, P.; Seppo Salminen, John, H. (2005)**: Food additives 2^{nd} ed. New York: Marcel Dekker.
- **Lagunas ñ Solar, M. C. (1995):** Radiation processing of foods. An overview of scientific principles and current status. J. Food Prot., 58 : 186.
- **Luce, De Vuyst and Erick, J. V. (1994):** Lactic acid bacteria and bacteriocins, their practical importance. Cited in Bacteriocins of lactic acid bacteria by L- De Vuyst and E. J. Vandamme (1994).
- **Levin, M. M. (1987):** ***Escherichia coli* that cause diarrhoer:** enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic and enteroadherent. J. Inf. Dis., 155 : 377.
- **Lee, W. H. and Mc clain, D. (1986):** Improved *Listeria monocytogenes* selective agar. Appl. Envison. Micro. 52 :1215.
- **Lori, O. Lim, Susan, J. Scherer; Kenneth, D. Shuler; and John, P. Toth. (1990):** Disposition of cyromazine in plants under environmental conditions. J. Agric., Food Chem. 38 : 860.
- **Mac Donald, K. L., Eidson, M., Strohymeyer, C. et al (1986):** Amultistate outbreak of gastrointestinal illness caused by enterotoxigenic, *Escherichia coli* imported semi ñ soft cheese. J. Inf. Dis., 154 : 716.
- **Mark, A. Daes hel (1993):** Application and interactions of bacteriocins from lactic acid bacteria, by Dallas G. Hoover and Larry R. Steenson (1993).
- **Mengshi Lin; Lili He; Joseph Awika; Liyi Yang; David R ñ Ledoux; Hao Li; Azlin Mustapha. (2008):** Detection of melamine in glutten, Chicken food and processed foods using surface enhanced raman spectroscopy and HPLC. J. Food sci. , 73 : T 129.
- **Moustafa, M. K.; Ahmed, A. H. and Marth, E. H. (1983):** Occurrence of Yersinia enterocolitica in raw and pasteurized milk . J. Food prot., 46 : 276.
- **Moustafa, M. K.; (1990):** Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in ice cream in Assuit City. Assuit Vet., Med., J. 23 : 106. 1 OR 92 B32 1994
- **Nasr, S.; Ahmed, A. H.; Nagah, M. Saad and Eman Korashy (1992):** Incidence of *Pseudomonas aeruginosa* in milk and milk products. 5^{th} Sci. Cong. 8 ñ 10 Nov., 1992 . Fact. Vet. Med . Assiut , Egypt.
- **Neamat Allah, A. A. (1997):** Biogenic amines in karish and Mesh cheese in Egypt. Egypt . J. Dairy Sci. , 25 : 337.
- **Otero, A.;Garcia, M. C.; Garcia, M.L. and Moreno, B, (1987):** Production of Staphylococcal enterotoxins C_1 and C_2 in ewe's milk. Food mic., 4 : 339.
- **Paakkola, O., and Wiechen, A. (1990):** Radionuclides in dairy products. International Federation, Bulletin, 247 : 13.
- **Pira, G.; Galvano, F.; Pietri, A. and Piva, A. (1995):** Detoxification methods of aflatoxins. A review, Nutr. Res. 5: 689.
- **Pierson, M. D. and Reddy, N. R. (1988):** *Clostridium botulinum* status summary. Food Tech., 42 : 196.
- **Ramas, A. J.; Fink Gremmels, J. and Hernandez, E. (1997):** Preventation of toxic effects of mycotoxins by means of non ñ nutritive adsorbent compounds. J. food prot. 59 : 631.

- **Sallam. S. S.; Hafez, N. M.; El ñ Kholy, A. M. and Amen, I. H. (1991)** Incidence of Bacillus cereus in milk and some dairy products in Egypt. J. Egypt. Vet. Med. Ass., 51 :153.
- **Shafiur, M. R. (2001). Handbook of food preservation.** New York . Marcel Dekker.
- **Shah, N. P. (1994):** Psychrotrophs in milk: A review. Milchwissenschaft, 49 :432.
- **Smith, J. E.; Solmons, G., Lewis, C. and A nderson, J.G. (1995):** Role of mycotoxins in human and animal nutrition and health. Nat, Toxins, 3 : 187.
- **Straton, J. e.; Hutkins, R.W. and Taylor, S. L. (1991):** Biogenic amines in cheese and other fermented foods A review; J. Food prot., 54 : 460.
- **Thomas, J. M. and Alan, L.K. (1993):** Antimicrobial proteins: Classification, nomenclature, diversity and relationship to bacteriocins. Cited in Bacteriocins of lactic acid bacteria, by Dallas G.Hoover and Larry R. Steenson (1993).
- **Timothy, T. (1987)**: Radioactivity and its measurements in food stuffs . Dairy and Food Sanitation, 7 : 452.
- **Wayland, J. H. Jr. and Edward, R. L. Jr. (1991):** TCDD and other carcinogenic materials Handbook of pesticide toxicology , vol 3. p 1217 ñ 1243.
- **Websites**
- **http :llen . Wikipedia .org /wiki / Melamine 30 / 10 / 2008.**
- **Yadau, J. S., Sunita Grover and Batish, V. K. (1993):** A comprehensive dairy microbiology. Metropolitan, New Delhi, India.

يعتبر التلوث الغذائي وأثره الضار على الإنسان والحيوان، من أهم الموضوعات التي تشغل اهتمامات العالم أجمع.

واللبن أحد مكونات الغذاء الأساسية لجميع الأعمار، ومصدر وحيد للتغذية خلال الفترة الأولى من حياة الإنسان.

يتناول هذا الكتاب بالشرح والتحليل ملوثات اللبن ومنتجاته في أربعة أجزاء:

الجزء الأول: الملوثات: مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوي للإنسان.

الجزء الثاني: الملوثات الحيوية للبن ومنتجاته:

أ - ملوثات حيوية مسببة للأمراض.

ب- ملوثات حيوية مسببة لفساد اللبن ومنتجاته.

الجزء الثالث: الملوثات الغير حيوية للبن ومنتجاته.

أ - التلوث بالمعادن الثقيلة والسامة.

ب- التلوث بالمبيدات الحشرية.

جـ - التلوث بالإشعاع.

د - التلوث ببقايا المنظفات والمطهرات.

هـ - التلوث ببقايا مواد التعبئة والتغليف.

الجزء الرابع: مواد ضارة متنوعة:

أ - مواد توجد طبيعيًا باللبن: مثل اللاكتوز والبروتين وتسبب متاعب صحية لبعض الأفراد (حساسية).

ب- مواد تتكون نتيجة بعض العمليات التصنيعية.

جـ - مواد مضافة لإطالة مدة الحفظ أو تحسين الخواص.

والله ولي التوفيق ..؛

الناشر



ISBN: 978 - 977 - 281 - 488 - 6

ACADEMIC BOOKSHOP
EGYPTIAN JOINT-STOCK CO. CAIRO 2002